# elementos metálicos y sintéticos

E. Sánchez

GM

Mantenimiento de vehículos autopropulsados

EDITEX

# elementos metálicos y sintéticos

Enrique Sánchez Fernández

EDITEX

# ÍNDICE


## 1. Evolución histórica de la carrocería . . . . . 6

**1** Historia de la carrocería del automóvil . . . . . .8
**2** Fabricación de carrocerías en la actualidad . . .12
**Actividades finales** . . . . . 18
**Para practicar:**
Sustitución de una carrocería nueva . . . . . .19
**Mundo del automóvil:**
Museo de Automoción de Salamanca . . . . . .22
De la madera al aluminio . . . . . .23

## 2. Instalaciones del taller de reparación de chapa y pintura . . .24

**1** Distribución y características de los locales . . . .26
**2** Instalaciones . . . . . .33
**Actividades finales** . . . . . .42
**Para practicar:**
Cálculo de dimensiones de un taller . . . . . .43
**Mundo del automóvil:**
Estructura organizativa del taller de reparación . . .46
Procedimientos esenciales de gestión en el taller de reparaciones . . . . . .47

## 3. Equipamiento del taller . . . . . .48

**1** Herramientas y equipos en el taller de carrocería . . . . . .50
**2** Herramientas y equipos en el taller de pintura . . . . . .59
**3** Equipamientos mínimos en el taller de chapa y pintura . . . . . .61
**Actividades finales** . . . . . .62
**Para practicar:**
Operaciones más importantes en carrocería . . . . .63
**Mundo del automóvil:**
Herramientas básicas del tuning . . . . . .66
Nuevos infrarrojos SAGOLA . . . . . .67

## 4. Normas de seguridad e higiene en el taller de carrocería . . . . . .68

**1** Seguridad e higiene en el trabajo . . . . . .70
**2** El lugar de trabajo . . . . . .72
**3** Legislación básica en prevención de riesgos laborales . . . . . .73
**4** Equipos de protección individual . . . . . .75
**5** Riesgos más comunes en el taller de carrocería . . . . . .77
**6** Gestión medioambiental . . . . . .78
**Actividades finales** . . . . . .80
**Para practicar:**
Seguridad en el área de pintura . . . . . .81
**Mundo del automóvil:**
Trabajadores prevenidos y seguros . . . . . .84
Los coches de Toyota serán reciclables en un 95% en 2015 . . . . . .85

## 5. Reparación de elementos metálicos en zonas accesibles . . . . . 86

**1** Introducción . . . . . .88
**2** El acero . . . . . .89
**3** Reparación de la carrocería y útiles del chapista . . . . . .92
**4** Detección o diagnóstico de anomalías . . . . . .100
**5** Tipos de abolladuras . . . . . .102
**6** Operaciones básicas del chapista . . . . . .104
**7** Características del tratamiento mecánico de la chapa . . . . . .106
**8** Tratamiento térmico de la chapa . . . . . .108
**Actividades finales** . . . . . .110
**Para practicar:**
Reparación convencional de la chapa . . . . . .111
**Mundo del automóvil:**
Vehículos vulnerables . . . . . .114
Presentación del C5 . . . . . .115

## 6 Reparación de elementos metálicos en zonas cerradas . . . . . .116

**1** Desabollado mediante soldadura multifunción . . . . . .118
**2** Reparación de chapa mediante equipo de tracción . . . . . .122
**3** Sistema de reparación mediante soldadura y aire: desabollador neumático . . .129
**4** Equipo de reparación mediante ventosas adhesivas . . . . . .133

**5** Equipos de reparación mediante varillas o barras recuperadoras . . . . . .135
**Actividades finales** . . . . . .138
**Para practicar:**
Reparación complementaria del sistema de varillas . . . . . .139
**Mundo del automóvil:**
Equipo para desbloquear la pintura . . . . . .142
Sacabollos: métodos de trabajo . . . . . .143

## 7. Reparación de carrocería de aluminio . . . . . 144

**1** Propiedades del aluminio utilizado en la fabricación de carrocerías . . . . . .146
**2** El aluminio y su soldadura . . . . . .149
**3** Equipos y herramientas para reparar piezas de aluminio . . . . . .150
**4** Reparación del aluminio . . . . . .153
**Actividades finales** . . . . . .156
**Para practicar:**
Desabollado de aluminio con máquina multifunción . . . . . .157
**Mundo del automóvil:**
El aluminio y el automóvil: un reto de peso . . . .160
AUDI fabrica el vehículo número 250.000 con carrocería de aluminio . . . . . .161

## 8. Los plásticos en el automóvil . . . . .162

**1** Historia de los plásticos . . . . . .164
**2** Métodos de producción de materias plásticas . . . . . .166
**3** Tipos de materiales plásticos . . . . . .168
**4** Aditivos . . . . . .174
**5** Proceso de transformación de materiales plásticos . . . . . .175
**6** Nuevas tecnologías y aplicaciones del plástico . . . . . .180
**7** Propiedades de los plásticos . . . . . 182
**8** Reciclado de plásticos . . . . . .183
**Actividades finales** . . . . . .186
**Para practicar:**
Identificación de plásticos en el automóvil . . . . .187
**Mundo del automóvil:**
El automóvil se viste de gala . . . . . .190
Plásticos en la industria automotriz . . . . . .191

## 9. Reparación de plásticos . . . . . .192

**1** Identificación de plásticos . . . . . .194
**2** Reparación de plásticos . . . . . 200
**Actividades finales** . . . . . .220
**Para practicar:**
Reparación de un parachoques mediante adhesivos . . . . . .221
**Mundo del automóvil:**
El poliuretano se expande por el interior del automóvil . . . . . .224
El plástico en BMW, un protagonista de élite . . . . . .225

## 10. Materiales de relleno . . . . . .226

**1** Masillas . . . . . .228
**2** Soldadura blanda . . . . . .235
**Actividades finales** . . . . . .238
**Para practicar:**
Reparación con material de relleno . . . . . .239
**Mundo del automóvil:**
Prueba de la masilla de poliéster «Futura» Roberlo . . . . . .242
Cirugía estética sobre cuatro ruedas . . . . . .243

## Anexo . . . . . .245

Fabricantes y distribuidores de equipos y productos de reparación de carrocerías . . . . . .246

→

# CÓMO SE USA ESTE LIBRO

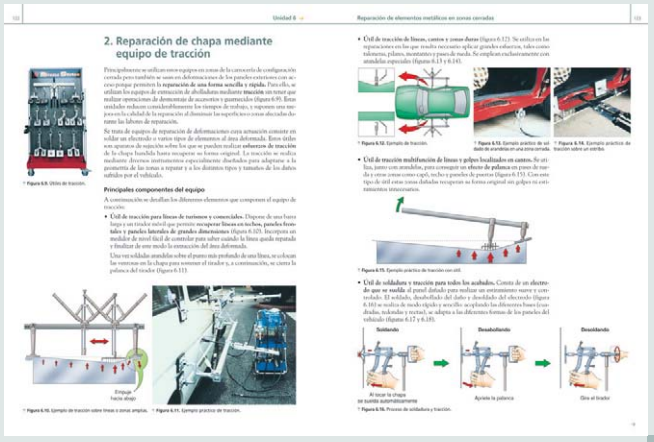
Las páginas de este libro incluyen todo lo relacionado con los procesos de reparación de la carrocería de un vehículo, así como los equipos y herramientas utilizados.

El libro consta de diez unidades didácticas.

Cada unidad se inicia con un **índice**, una serie de **actividades iniciales** que te servirán para evaluar tus conocimientos previos en esta materia y los **objetivos** que se pretenden alcanzar al finalizar la misma.

Seguidamente, comienza el desarrollo de los contenidos que constituyen el núcleo de la unidad. Así, se exponen los conceptos y procesos fundamentales que deberás conocer para desarrollar posteriormente en los aspectos prácticos.

Para que el proceso de aprendizaje sea completo, se incluyen numerosas imágenes que sirven para ilustrar los contenidos teóricos.




En ciertos epígrafes de la unidad didáctica se incluyen una serie de **actividades resueltas y propuestas**. Estas cuestiones tienen un carácter práctico y pretenden profundizar en aquellos aspectos que se consideran fundamentales en el trabajo de taller.

Las **actividades finales** comprenden las de **ampliación** y las de **taller**. En las de ampliación se incluyen aquellas cuestiones que deberás resolver con los contenidos expuestos en la unidad, mientras que las de taller versan sobre aspectos prácticos del tema.

Seguidamente se incluye la sección **para practicar** en la que se propone una actividad junto con su resolución.

ACTIVIDADES FINALES

AMPLIACIÓN

DE TALLER

PARA PRACTICAR

Reparación de un parachoques mediante adhesivos

OBJETIVO

DESARROLLO

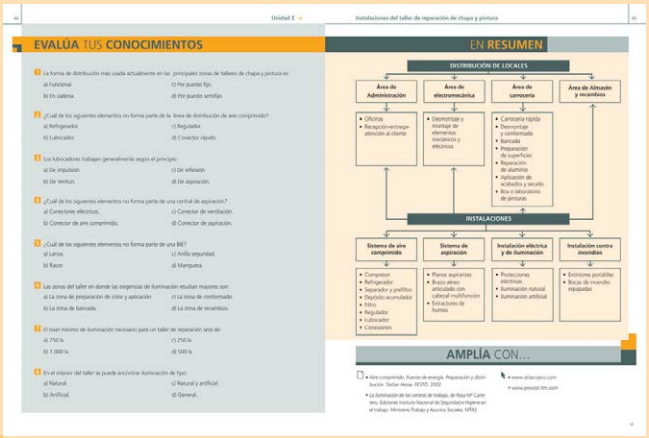
HERRAMIENTAS

MATERIAL

En **evalúa tus conocimientos** se expone una batería de preguntas que deberás responder eligiendo una de entre las cuatro que se proponen.

La sección **en resumen** presenta un esquema conceptual en el que aparecen los contenidos básicos que deberás comprender y retener al finalizar la unidad.

Además se incluye **amplia con...** donde se proponen páginas de internet, publicaciones en papel y digitales con los que podrás ampliar tus conocimientos.


EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

EN RESUMEN

DISTRIBUCIÓN DE LOCALES

INSTALACIONES

AMPLÍA CON...

Para finalizar, el **mundo del automóvil** ofrece información extraída de periódicos y publicaciones especializadas.

MUNDO DEL AUTOMÓVIL

El poliuretano se expande por el interior del automóvil

El plástico en BMW, un protagonista de élite

El techo del M3 CSL, una solución ejemplar

# 1

# Evolución histórica de la carrocería

## para empezar...

La palabra automóvil es un adjetivo que significa vehículo que se mueve por sí mismo, mediante un motor interno que lo pone en movimiento.

El automóvil está constituido básicamente por una carrocería y un bastidor.

Se puede afirmar que la carrocería es una invención anterior al propio automóvil, es decir, primero se creó la carrocería y, años después, se inventó el automóvil.

## ... vamos a conocer


**1.** Historia de la carrocería del automóvil

**2.** Fabricación de carrocerías en la actualidad

PARA **PRACTICAR**

Sustitución de una carrocería nueva


## qué sabes de...

**1.** ¿Cuándo se inició la historia de la carrocería del automóvil?

**2.** ¿Qué materiales se utilizan para la fabricación de los vehículos actuales?

**3.** ¿Sabes cuál es la carrocería utilizada en la mayor parte de los turismos actuales?

**4.** ¿Conoces las partes principales de una carrocería?

## y al finalizar...

- Conocerás la evolución histórica de las carrocerías.
- Conocerás el modelo de carrocería más fabricado en la actualidad.
- Sabrás diferenciar los elementos principales de una carrocería.

# 1. Historia de la carrocería del automóvil

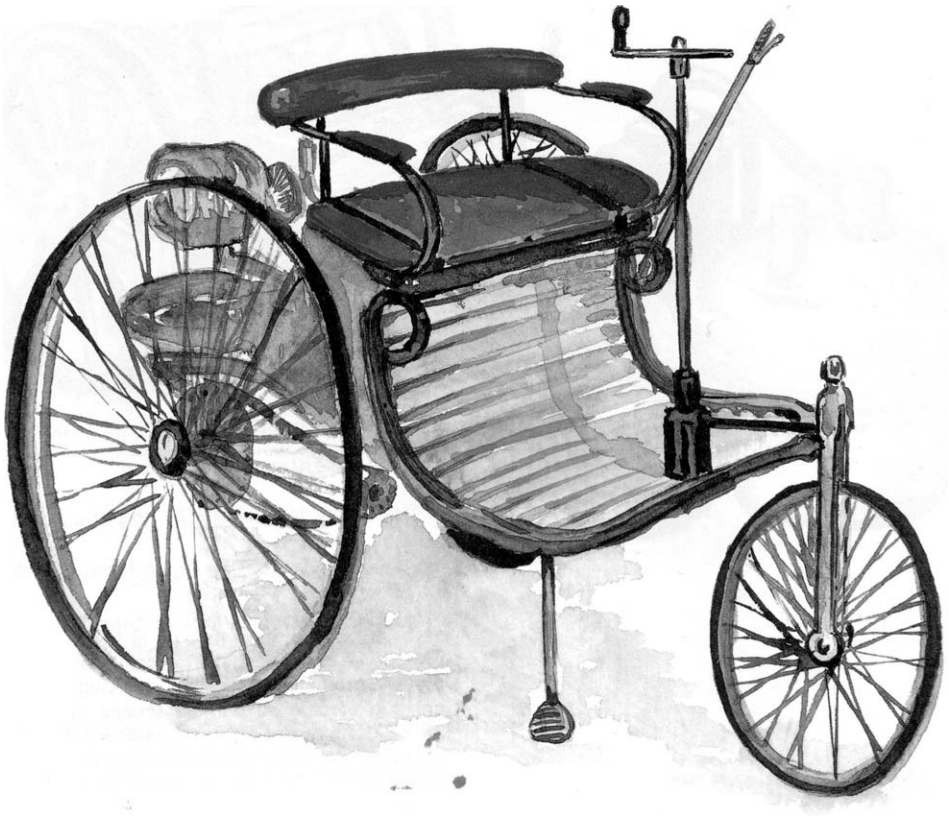
**Nicolas-Joseph Cugnot (1725-1804)**

Mecánico, ingeniero militar, escritor e inventor francés. Nació en Void y murió en París. En 1765, apoyado por el príncipe Elector de Sajonia, construyó un automóvil de vapor que estaba destinado a arrastrar piezas de artillería.

La historia del automóvil se inició en 1769 gracias al francés Nicolas-Joseph Cugnot, que instaló y adaptó un motor de vapor y dos cilindros en posición vertical a un carromato. Desde entonces hasta nuestro días la **evolución que han sufrido los automóviles** ha sido constante. Esta evolución se ha puesto de manifiesto claramente en el desarrollo de la **mecánica** y, en consecuencia, de las prestaciones obtenidas a partir de esta.

Ahora bien, no menos importante ha sido la transformación llevada a cabo en las carrocerías, que han sufrido grandes e importantes cambios para dar respuesta a las necesidades del momento, como son mayor **rapidez**, **seguridad** y **confortabilidad** y menor **sonoridad**.

Inicialmente las carrocerías eran sobre todo de madera, y su construcción y manipulación estaba encomendada a los carpinteros (figura 1.1). Con el transcurso del tiempo la madera fue relegada a un segundo plano por el acero, siendo este el material principalmente usado en la fabricación de carrocerías. Consecuentemente, fueron los chapistas los encargados de fabricar y reparar las carrocerías.



↑ **Figura 1.1.** Automóvil de Benz de tres ruedas, bastidor de tubo de acero y carrocería de madera.

Fue en 1895 cuando aparecieron las primeras carrocerías que contenían algunas características de los vehículos movidos por tracción animal. En principio todas las carrocerías de los automóviles eran abiertas (figura 1.2), ya que, al no ser muy potentes, **no se podían sobrecargar** con el peso de una carrocería adicional.

↑ **Figura 1.2.** Carrocería abierta.

En 1900 fue comercializada la primera carrocería cerrada. La principal novedad de este vehículo era que protegía al conductor y al copiloto de los agentes atmosféricos (figura 1.3).

Entre 1900 y 1914 apareció el **aluminio** como nuevo elemento constituyente de las carrocerías, sustituyendo a la madera en aquellos lugares en donde esta era difícil de trabajar como, por ejemplo, las zonas de gran curvatura.

En 1927 se lanzó la primera carrocería construida completamente con estructura de **acero**, y a partir de los años treinta las grandes compañías de automóviles utilizaron la chapa de acero para la construcción de los vehículos, emprendiendo su producción de forma masiva en las cadenas de montaje.

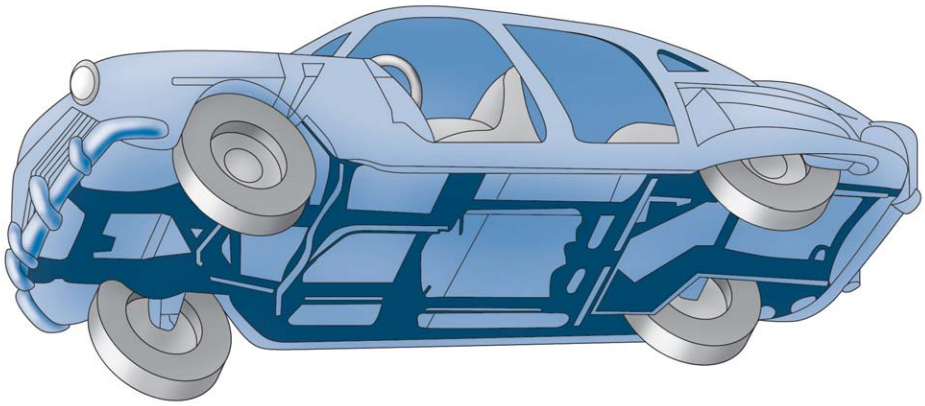
**Louis Renault**

Nacido en París en 1877, fue el fundador de la sociedad que hasta el día de hoy lleva su apellido. Louis crea su primer auto en 1898 y un año después funda, con ayuda de sus hermanos, la fábrica Renault Fréres, que conoció en poco tiempo el éxito y pronto desarrolló y diversificó la producción.

↑ **Figura 1.3.** Carrocería cerrada.

→

Toda esta evolución tuvo como cumbre la aparición en 1934 del primer **vehículo autoportante** (figura 1.4). Este tipo de carrocería es la utilizada por la mayoría de los turismos actuales. Está fabricada y construida a base de chapas cortadas y estampadas sobre un bastidor compuesto por largueros longitudinales y travesaños transversales.



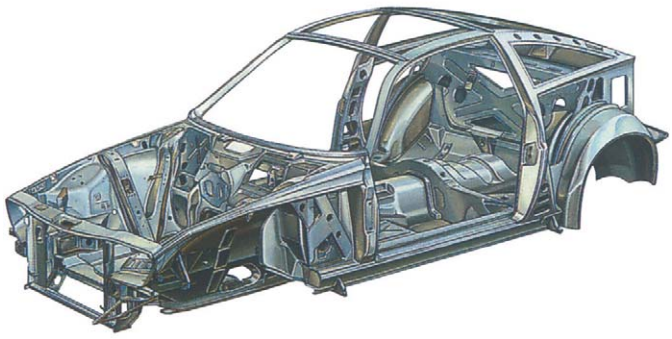
↑ **Figura 1.4.** Carrocería autoportante.

## 1.1. Tipos de carrocería autoportante

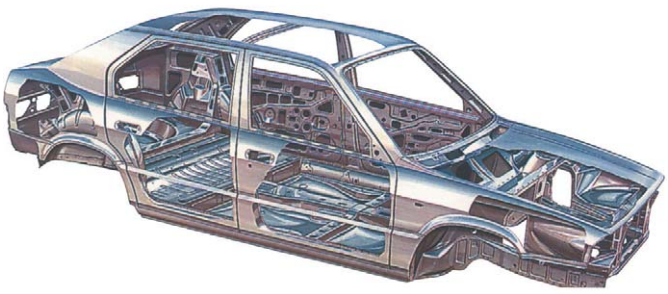
Desde el punto de vista de la reparación, existen dos tipos de carrocería autoportante:

- **Con elementos desmontables** (figura 1.5). Dispone de ciertas piezas unidas con tornillos como son puertas, portones, capós o aletas delanteras. Incluso existen varios modelos que llevan atornillados los frentes y, en algunos casos, las aletas traseras. Los elementos desmontables suelen ser las piezas de mayor siniestralidad; por tanto, se sustituyen con mayor frecuencia.
- **Unida por soldadura** (figura 1.6). Es una carrocería autoportante en la que los elementos o piezas desmontables se han reducido al mínimo, generalmente a puertas y capós. El resto de elementos que constituyen la carrocería están unidos entre sí formando una estructura muy rígida. También es conocida como **carrocería monocasco**.

• www.monografías.com se recoge la evolución del automóvil desde finales del siglo XVII hasta el año 2000.



↑ **Figura 1.5.** Carrocería autoportante con elementos desmontables.



↑ **Figura 1.6.** Carrocería unida por soldadura o monocasco.

Las ventajas de una carrocería autoportante respecto a otras como las de **chasis-independiente** o **chasis-plataforma** son:

- La carrocería es estable, flexible, ligera y rígida.
- Resulta más económica y precisa.
- Mayor facilidad de reparación, pues las piezas que con mayor frecuencia suelen resultar dañadas van atornilladas.

**Otros tipos de carrocería**

- Carrocería y chasis separado. Usado en vehículos todoterreno e industriales.
- Carrocería con plataforma chasis. Usada en furgonetas.

## 1.2. Aspectos de la evolución de las carrocerías

Hoy en día los fabricantes de automóviles trabajan para conseguir nuevos diseños, materiales y técnicas o procesos de fabricación.

Debido a los avances en el diseño y forma de las estructuras, la continua evolución de las carrocerías ha desembocado en sistemas más rígidos, pero a su vez más ligeros y con nuevos sistemas de unión y anticorrosión. Con todo esto se ha conseguido que los vehículos posean:

- Buena habitabilidad.
- Menor coeficiente aerodinámico (Cx) (figura 1.7).
- Buena estabilidad a elevadas velocidades.
- Mayor seguridad.

**Coeficiente aerodinámico Cx:** número que mide la eficacia de la forma de la carrocería frente a la resistencia del aire al avance. En los coches actuales el coeficiente aerodinámico varía entre 0,25 y 0,40, aunque en algunos de gama alta puede bajar considerablemente.

↑ **Figura 1.7.** Vehículo aerodinámico.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**1.** Busca los valores entre los que oscila el coeficiente aerodinámico que se emplea en los vehículos de reciente construcción. De igual forma, investiga sobre la influencia que tiene la resistencia del aire sobre el consumo de combustible y el gasto de potencia en un vehículo.

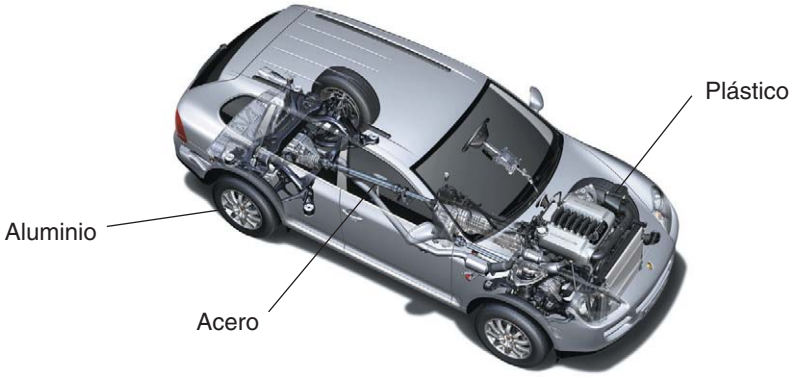
→

# 2. Fabricación de carrocerías en la actualidad

Hoy en día los fabricantes de automóviles trabajan para conseguir nuevos diseños, materiales y técnicas o procesos de fabricación. Los criterios actuales de evolución se basan en la reducción del peso, el aumento de la resistencia y la seguridad.

## 2.1. Materiales empleados

Los materiales actualmente utilizados en la fabricación de carrocerías son el acero, el aluminio y el plástico (figura 1.8).




↑ **Figura 1.8.** Materiales de los que está compuesto un vehículo.

**Otros materiales del vehículo**

Además de acero, aluminio y plástico un vehículo puede contener otros materiales como:

- Magnesio.
- Cerámica.
- Fibra de carbono.
- Líquidos y gases.
- Vidrio.
- Fibras de carbono.
- Otros metales preciosos.

### El acero

El acero sigue siendo el material por excelencia, formando parte de elementos como chasis, puertas, capós, llantas, suspensiones, etc.

### El aluminio

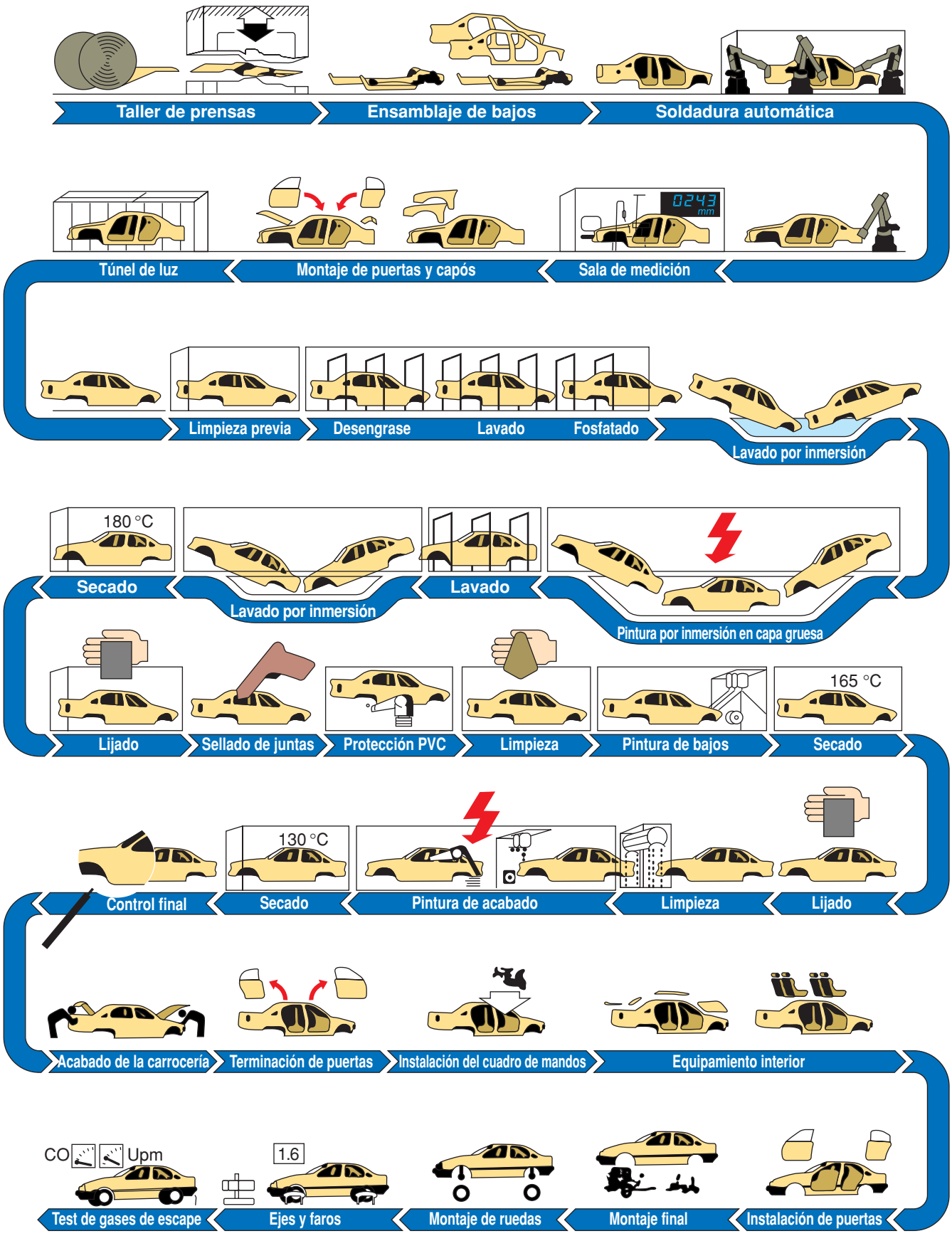
Se están sustituyendo cada vez más las piezas fabricadas en acero por otras de aluminio con intención de aligerar el peso de los vehículos. Este material se utiliza para bastantes elementos del bastidor, del motor y de los asientos, y en capós y llantas, llegando incluso a fabricarse vehículos íntegramente de aluminio.

### El plástico

El plástico va aumentando su representación dentro del vehículo, y se puede encontrar en muchas de las piezas de un automóvil como tableros de instrumentos, revestimientos, molduras, rejillas, paragolpes, aletas, etc. El porcentaje de materiales de plástico en los coches ha crecido continuamente durante los últimos años y ya supera el 20% del peso total del vehículo.

## 2.2 Proceso de fabricación de carrocerías

La gran mayoría de las carrocerías de vehículos que se fabrican son del tipo autoportante. Actualmente el proceso de fabricación de vehículos en serie se lleva a cabo en **cadenas de montaje totalmente automatizadas**, en donde se realizan los trabajos de ensamblaje y soldadura (figura 1.9). Estas cadenas de montaje incorporan también los sistemas necesarios para someter las carrocerías a los procesos de protección y a su posterior pintado y acabado.




↑ **Figura 1.9.** Fases de fabricación de un vehículo.

→

## 2.3. Elementos que componen una carrocería autoportante

La carrocería autoportante es la más utilizada en los turismos fabricados en serie y con gran volumen de ventas, y a la que deberá hacer frente en la mayoría de los casos el taller de reparación.

### Constitución de la carrocería autoportante

Se pueden clasificar los diversos elementos que conforman una carrocería autoportante según la clasificación de la siguiente tabla:

| ELEMENTOS DE UNA CARROCERÍA AUTOPORTANTE | | |
|---|---|---|
| **Según la función que desempeñan** | Elementos estructurales | Estructuras resistentes a las solicitaciones a flexión y a torsión, base de anclaje para órganos mecánicos |
| | Elementos de revestimiento | Elementos de forma del vehículo |
| **Según la posición que ocupan** | Elementos internos | Generalmente estructurales |
| | Elementos externos | Generalmente de revestimiento |
| **Según la forma de fijación a la estructura de carrocería** | Elementos fijos y soldados | Estribos, pilares, montantes, etc. |
| | Elementos móviles | Puertas, capó motor y tapa del maletero |

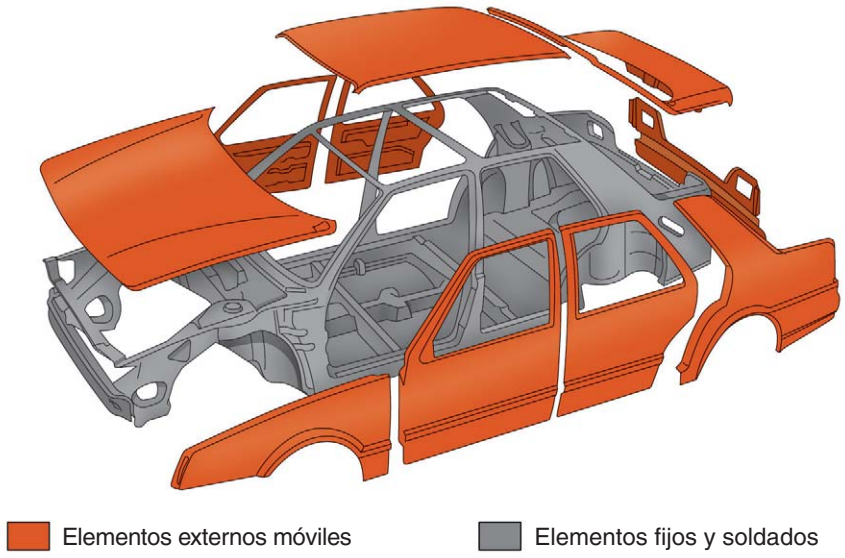
**Algunas características de la carrocería autoportante**

La carrocería autoportante ofrece una maniobrabilidad excelente, manteniendo al mismo tiempo los niveles de rigidez, durabilidad y seguridad necesarios en un vehículo.

Hay que destacar que a veces no se encuentra diferencia entre un elemento externo y uno interno, ya que un elemento interno estructural puede desempeñar también un papel en el aspecto exterior del vehículo, mientras que un elemento externo de acabado puede tener a su vez una considerable importancia estructural.

### Elementos exteriores

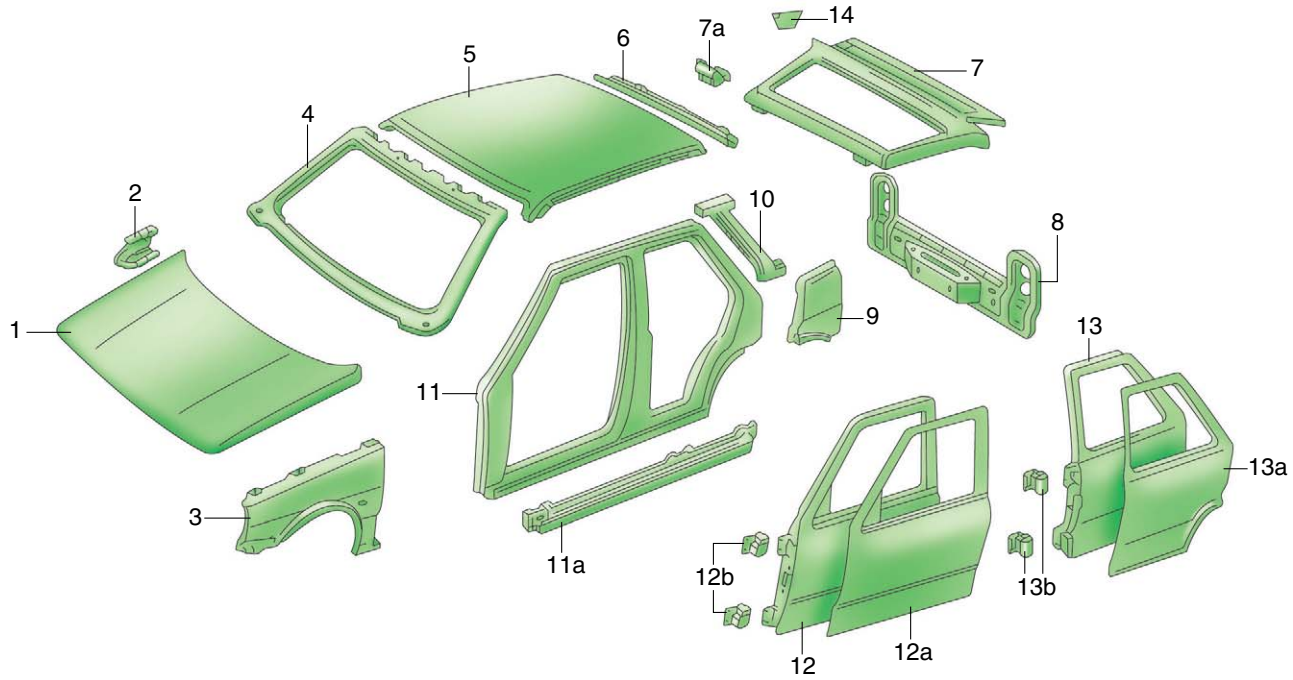
Forman la parte exterior de la carrocería; son perfectamente visibles sin necesidad de desmontar ningún accesorio o pieza (figura 1.10).




↑ **Figura 1.10.** Carrocería de elementos soldados y móviles.

La mayor parte de ellos cumplen una función estética, como puertas, aletas, capós, etc., cuya misión principal es cerrar huecos y determinar la línea externa de la carrocería.

Otros elementos externos pueden ser también pilares y estribos, partes denominadas como estructurales (figura 1.11), que soportan cargas y distribuyen los esfuerzos.




1. Capó delantero
2. Bisagra del capó
3. Aleta delantera
4. Marco de luna
5. Techo
6. Refuerzo posterior del techo
7. Portón trasero
   7a. Bisagra del portón trasero
8. Faldón
9. Aleta trasera
10. Marco de luna de custodia
11. Lateral completo
    11a. Estribo
12. Puerta delantera
    12a. Panel de puerta delantera
    12b. Bisagras de puerta delantera
13. Puerta trasera
    13a. Panel de puerta trasera
    13b. Bisagras de puerta trasera
14. Tapa del depósito de combustible

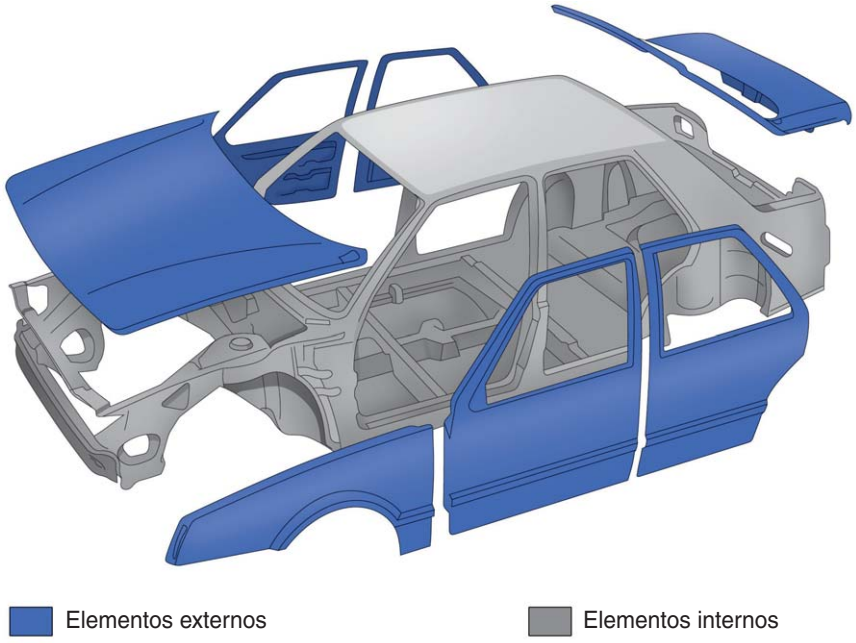
↑ **Figura 1.11.** Elementos exteriores de la carrocería.

### Elementos interiores

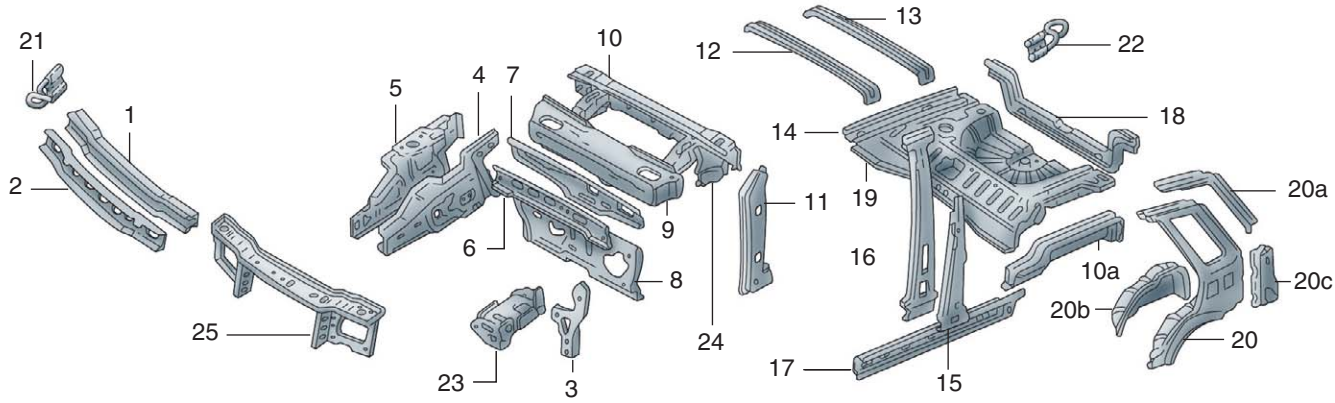
La mayor parte de los elementos interiores suele quedar oculta por las piezas exteriores que revisten o recubren la carrocería, como pueden ser accesorios, tapizados y guarnecidos (figura 1.12).

La mayoría de ellos suelen ser elementos estructurales, que van a sufrir o soportar los esfuerzos estáticos como el propio peso del vehículo, pasajeros y mercancías, y los esfuerzos dinámicos generados por aceleraciones, frenadas, etc. (figura 1.13).

→




↑ **Figura 1.12.** Carrocería de elementos internos y externos.



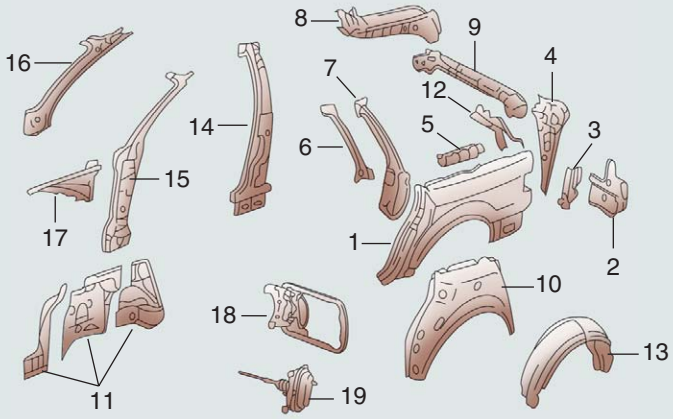

1. Traviesa inferior delantera
2. Cierre de traviesa inferior delantera
3. Soporte de sujección del paragolpes
4. Larguero delantero
5. Cierre del larguero delantero
6. Traviesa del salpicadero
7. Refuerzo del salpicadero
8. Panel frontal del salpicadero
9. Salpicadero superior
10. Traviesa de sujección del cuadro de mandos
11. Refuerzo del montante delantero
12. Traviesa anterior del techo
13. Traviesa central del techo
14. Refuerzo lateral del techo
15. Refuerzo del montante central
16. Cierre del montante central
17. Cierre del estribo
18. Refuerzo del faldón
19. Piso del maletero con largueros traseros
    19a. Larguero trasero
20. Cierre de aleta trasera
    20a. Refuerzo de custodia
    20b. Pase de rueda trasero.
    20c. Refuerzo posterior de cierre de aleta.
21. Soporte delantero de remolque
22. Soporte trasero de remolque
23. Soporte de batería
24. Refuerzo del salpicadero
25. Frente delantero

↑ **Figura 1.13.** Elementos interiores de la carrocería.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Indica cada una de las partes de la siguiente figura.

**Solución:**

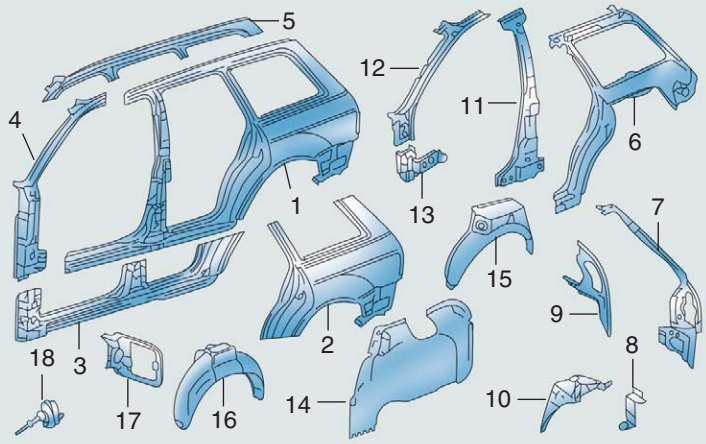



1. Aleta trasera
2. Alojamiento del piloto
3. Soporte lateral izquierdo
4. Refuerzo interior izquierdo
5. Refuerzo superior lateral
6. Refuerzo lateral
7. Soporte de custodia delantero
8. Refuerzo de soporte de custodia
9. Soporte de custodia trasero
10. Pase de rueda exterior
11. Pase de rueda interior
12. Refuerzo de pase de rueda
13. Protector de aleta
14. Pilar central
15. Pilar delantero
16. Refuerzo de pilar delantero
17. Chapa de conexión pase de rueda
18. Tapa de depósito
19. Motor de cierre de tapa del depósito

↑ **Figura 1.14.** Lateral de carrocería 4 puertas.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**2.** Identifica, con ayuda de la actividad anterior y de tus compañeros, los elementos de la siguiente carrocería.




↑ **Figura 1.15.** Lateral de carrocería Avant.

→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

1. ¿Por qué el fránces Nicolas-Joseph Cugnot forma parte de la historia del automóvil?
2. ¿De qué material se fabricaban las primeras carrocerías?
3. ¿Por qué las primeras carrocerías eran abiertas?
4. ¿En qué año empezó a comercializarse la carrocería cerrada?
5. ¿Cómo está fabricada y construida básicamente una carrocería autoportante? ¿Cómo pueden clasificarse sus elementos?
6. ¿Qué otros dos sistemas de carrocerías diferentes a la autoportante se fabrican en la actualidad y en qué tipo de vehículos se usan?
7. ¿Qué dos tipos de carrocería autoportante existen desde el punto de vista de la reparación?
8. ¿Cuáles son los objetivos más importantes que se intentan conseguir hoy en día en la fabricación de carrocerías?
9. ¿Cuáles son los dos materiales principales que están sustituyendo al acero en la fabricación de vehículos? ¿Por qué?
10. ¿Qué dos procesos de trabajo tienen lugar principalmente en la producción de vehículos en cadena?
11. ¿Qué función principal cumplen los elementos internos y externos de la carrocería de un vehículo?
12. Cita al menos cinco elementos externos e internos de una carrocería.

## DE TALLER

1. Identifica y anota los elementos fundamentales de un carrocería autoportante, totalmente desnuda, ordenándolos de la siguiente forma:
   a. Elementos estructurales.
   b. Elementos de revestimiento.
   c. Elementos internos.
   d. Elementos externos.
   e. Elementos soldados.
   f. Elementos móviles.

**Nota:**
Una carrocería desnuda es aquellla sin las piezas amovibles exteriores.

# PARA **PRACTICAR**

## Reparación de piezas de aluminio

### HERRAMIENTAS

- Manuales
- Neumáticas

### MATERIAL

- Carrocería desnuda
- Piezas externas de recambio

### OBJETIVO

Sustituir una carrocería dañada por otra nueva, obteniendo óptimos resultados.

### PRECAUCIONES

Se tendrán en cuenta, a la hora de sustituir una carrocería por otra, aspectos técnicos y económicos.

### DESARROLLO

**1.** Se retroquela la carrocería nueva con su nuevo número de bastidor.

**2.** Se pinta la carrocería nueva desnuda, mientras en la carrocería vieja se van desmontando otros componentes como puertas, capó y elementos internos como pueden ser cinturones de seguridad, salpicadero y tapizados, dejando al descubierto la instalación eléctrica.

**3.** Se desmontan los conjuntos mecánicos del vehículo dañado como el radiador, la mecánica delantera y la trasera, o el depósito de combustible.

**4.** Se desmontará la instalación eléctrica de la carrocería dañada. Esta operación requiere de especial atención por parte del trabajador.

**5.** Se montarán los interiores en la carrocería nueva ya pintada (instalación eléctrica, salpicadero, guarnecidos interiores, cinturones y otros accesorios).

**6.** Dentro del acabado final, se procederá al pintado exterior de la carrocería y al montaje de accesorios y guarnecidos (de techo, pilares, etc.).

**7.** Finalmente se colocarán lunas, faros, pilotos y paragolpes.

↑ Carrocería dañada.

↑ Carrocería dañada.

→

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** ¿Cuándo se presentó comercialmente la primera carrocería autoportante?

a) En el año 1930.

b) En el año 1934.

c) En el año 1936.

d) En el año 1940.

**2** ¿En qué elementos desmontables se diferencian una carrocería autoportante monocasco unida por soldadura y otra autoportante con elementos desmontables?

a) En las puertas.

b) En la tapa del maletero.

c) En las aletas delanteras y traseras.

d) En el capó.

**3** La carrocería autoportante también puede recibir el nombre de:

a) Monocasco.

b) Plataforma-chasis.

c) Carrocería y chasis separado.

d) Automontante.

**4** ¿Por qué motivo está aumentando el número de elementos fabricados con materiales como el aluminio o el plástico en la construcción de carrocerías?

a) Por estética.

b) Por seguridad.

c) Por reducción de costes.

d) Por reducción de peso.

**5** ¿Qué criterio no forma parte de la clasificación de elementos de una carrocería autoportante?

a) Clasificación según forma de fijación a la estructura de la carrocería.

b) Clasificación según la posición que ocupan.

c) Clasificación según la función que desempeñan.

d) Clasificación según las condiciones de seguridad.

**6** Los elementos interiores de una carrocería van a soportar esfuerzos:

a) Dinámicos y de compresión.

b) Dinámicos y de flexión.

c) Dinámicos y estáticos.

d) Estáticos y de compresión.

**7** ¿Cuál de los siguiente elementos no forma parte de los elementos internos de una carrocería?

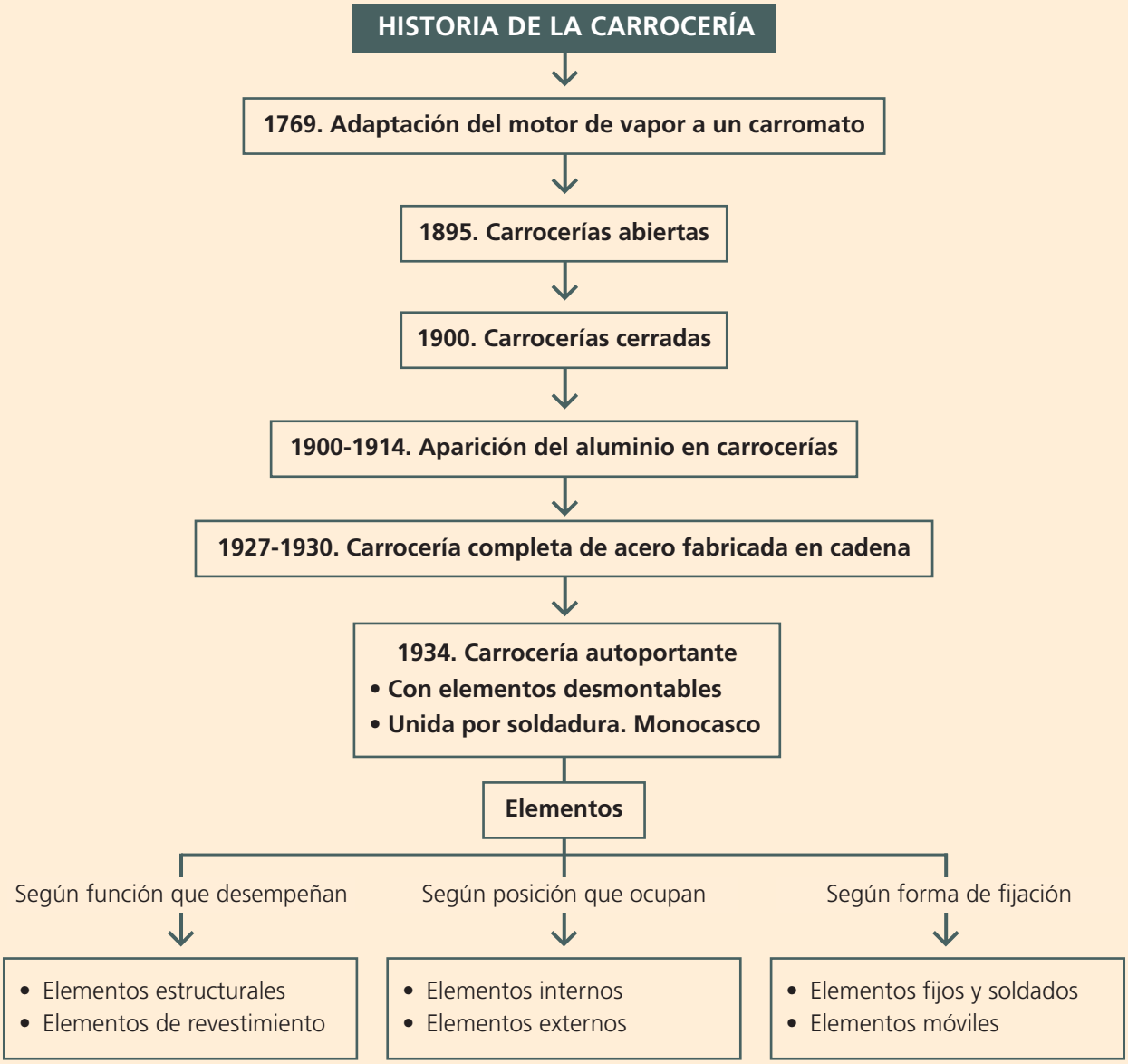
a) Estribo.

b) Refuerzo del salpicadero.

c) Frente delantero.

d) Traviesa inferior.

# EN **RESUMEN**




# **AMPLÍA** CON…

- *Manuales de reparación. Guía de tasaciones*. EINSA. MULTIMEDIA.
- *La carrocería. Planchistería y pintura*. Grupo editorial CEAC. Octubre 1997.
- *Revista Tráfico* nº 156.
- *Fichas técnicas de reparación. Sección carrocería*. Cd-Rom CESVIMAP.
- *Denominación de las piezas en la carrocería del automóvil*. Vídeo Centro Zaragoza.

→

# MUNDO DEL AUTOMÓVIL

Salamanca ya tiene un Museo de la Automoción. Gestionado por la Fundación Gómez Planche, es el primero en España, y fue inaugurado por SS.MM los Reyes.

El museo surge en el marco de la capitalidad cultural de la ciudad, y no quiere ser una simple exhibición de coches; pretende ser un espacio interactivo de investigación y documentación de todo lo relacionado con el automóvil.

## Museo de Automoción de Salamanca

Desde la terraza del Museo de Historia de la Automoción, el panorama es portentoso. Por un lado, el río Tormes discurre sonoro en su margen derecha junto al Puente Romano; por el otro, la visión en oro de la catedral; detrás de una línea que agrupa la muralla, el Archivo Histórico Nacional y el Museo de Art Deco, Casa Lis.

En este lugar de privilegio el Ayuntamiento de Salamanca decidió levantar el museo y hacer realidad un sueño que acariciaba hace años la familia Gómez Planche. El complejo (casi 5.000 $m^2$ de espacio útil) tiene tres grandes salas modulares, que constituyen la principal zona de exposiciones, y una planta restaurada que cuenta con una biblioteca informatizada, una hemeroteca, una videoteca y una tienda de recuerdos. El archivo y la base de datos sobre el automóvil en España cuenta con casi 10.000 volúmenes, catálogos y material gráfico donado por el presidente de la fundación y coleccionista. Demetrio Gómez Planche.

En las tres naves dedicadas a la exposición se ha instalado una colección de más de cien vehículos, entre coches y motores, pertenecientes a la familia Gómez, a los que hay que sumar los 44 pertenecientes al parque de automóviles antiguos de la DGT.

### El troncomóvil del museo

La exposición se abre con un vehículo que rememora la forma cómo en el pasado debían transportarse los humanos, y que se asemeja al «troncomóvil» de los Picapiedra. Se trata del «Aelopiro», construido en el siglo II antes de Cristo por Herón el viejo.

De las casi cien marcas de fabricación española de que dispone el museo, destaca el «Biscuter» de los años 50, obra del ingeniero francés Gabriel Voisin, adaptado a España por el catalán Damián Casanova. Este modelo, que antecedió al «600» en popularidad, llegó a vender una cifra importante para la época, 10.000 unidades, pese a que, en su corto pero intenso recorrido, le acompañó un chascarrillo tan machista como doloroso: «Es más fea que un Biscuter».

Otro de los coches emblemáticos que se pueden ver en el museo es el famoso «Ford T», con el que Henry Ford revolucionó la industria automovilística. El museo también cuenta con una réplica del primer automóvil que construyó Karl Benz en 1886.

El museo, que cada seis meses acogerá a una nueva exposición, elaborará material pedagógico y realizará periódicamente recorridos didácticos de escolares y visitantes.

Néstor Norma. *Revista Tráfico.*
Octubre de 2002

# De la madera al aluminio

Pasaron de ser coches de caballos a coches con caballos de vapor, pero su estructura, durante años, se mantuvo intacta. La década de los cincuenta fue fundamental para incrementar su seguridad, y la crisis del petróleo trajo consigo la aparición de la estructura monocasco. Desde los primeros coches de madera, la industria ha estudiado materiales como aluminio, acero inoxidable o plástico.

Las primeras carrocerías se fabricaban en madera de fresno y caoba, siguiendo las artes aprendidas de los coches de caballos. Como la madera cada vez era más cara, a principios del siglo XX se empezó a trabajar con chapa de acero en los vehículos menos costosos.

Durante esos primeros años, todas las carrocerías eran abiertas y hubo que esperar al año 1900 para que Louis Renault comercializara una carrocería cerrada, más alta que larga. En 1924, André Citroën fabricó las primeras carrocerías totalmente metálicas y en 1934 creó la carrocería autoportante. Pero el coche cerrado tardó mucho en extenderse. Además, como los primeros coches eran conducidos por *chóferes* a sueldo, lo normal era que los vehículos fueran totalmente cerrados en la zona trasera, pero el conductor no tenía ni parabrisas.

El incremento de la velocidad y del número de coches, y la consiguiente aparición de accidentes, hicieron que se generalizara la necesidad de cubrir los coches de forma segura. Hacia 1940, Mercedes trabajaba con un prototipo de plataforma con habitáculo cerrado de configuración rígida y protección especial contra las colisiones laterales.

En la década de los cincuenta, este fabricante alemán patentó el habitáculo de seguridad con zona deformable y, en 1959, el «Mercedes 220» fue el primer coche de serie con habitáculo *embotado* (acolchados en el centro del volante, tablero de mandos y parte interior de las puertas).

A causa de la crisis del petróleo de los 70 se adoptaron normativas medioambientales cada vez más estrictas que, entre otras mejoras, buscaban reducir el peso de los coches, reducción que pasaba, por supuesto, por una estructura más ligera. Los ingenieros comienzan a trabajar en las estructuras monocuerpo, que muy pronto sustituyen a las antiguas, de chasis muy pesados. Al mismo tiempo, la mirada se vuelve hacia la incorporación de nuevos materiales más ligeros, como los plásticos y el aluminio.

En la actualidad, según datos del Centro Zaragoza, el coche medio ha duplicado la cantidad de materiales no férreos que utilizaba en 1975 y usa acero de baja proporción de carbono.

*Revista Tráfico.*
Septiembre de 2000

# 2 Instalaciones del taller de reparación de chapa y pintura

## para empezar...

Debido a la gran cantidad de procesos y actividades que se pueden realizar en el taller de reparación de vehículos, se exige al mismo una distribución adecuada de elementos productivos tales como instalaciones, personal, máquinas o herramientas, que favorezcan el desarrollo de la actividad y la consecución de objetivos. Además, las instalaciones deben cumplir las normas de seguridad para hacer frente a los riesgos de incendio o explosión, y preservar así la salud de los trabajadores y clientes.

## ... vamos a conocer


**1.** Distribución y características de los locales

**2.** Instalaciones

PARA **PRACTICAR**

Cálculo de dimensiones de un taller


## qué sabes de...

**1.** ¿Cuáles son las actividades principales de un taller de reparación de vehículos?

**2.** ¿Cuál es la mejor distribución de un taller de reparación?

**3.** ¿Qué función principal tiene la instalación de aire comprimido?

**4.** ¿Por qué es necesaria la ventilación y la aspiración en el taller?

**5.** ¿Cuáles son los sistemas de extinción de incendios más habituales en un taller de reparación?

## y al finalizar...

- Analizarás la distribución de los talleres.
- Realizarás la distribución correcta de un taller de reparación.
- Conocerás los elementos fundamentales de las instalaciones existentes en un taller.

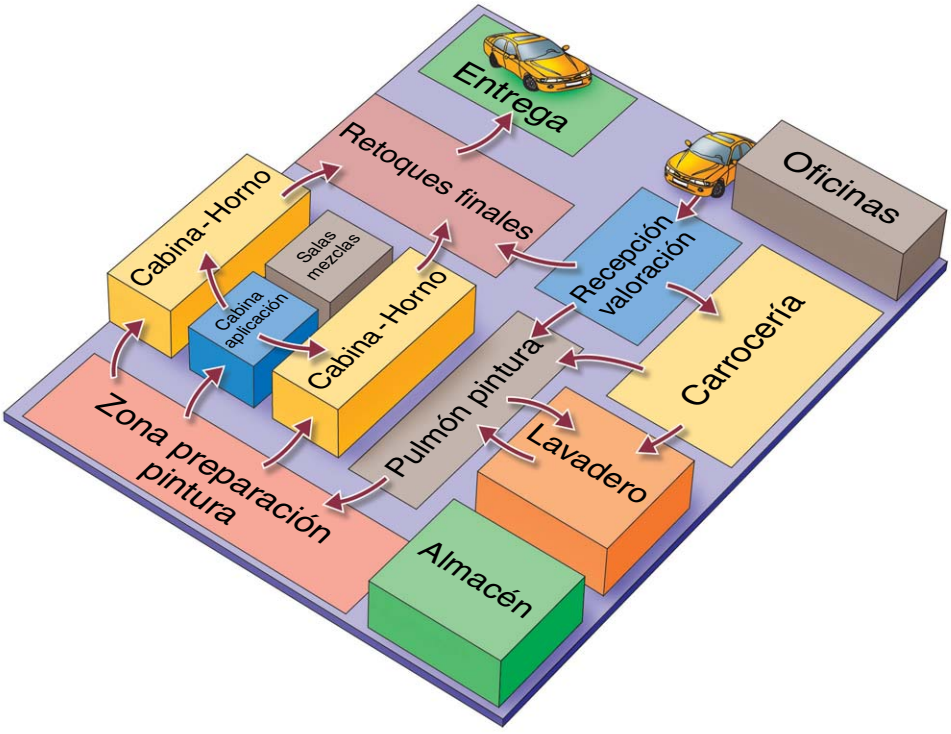
→

# 1. Distribución y características de los locales

Antes de conocer las instalaciones propias que debe de tener un taller de reparación de vehículos se van a enumerar las actividades más importantes que desarrollará el profesional de la reparación. Estas actividades son las siguientes:

- Manejar y poner en servicio las herramientas, pinturas y equipos propios de cada reparación de la carrocería.
- Desmontar, reparar y verificar los órganos móviles de la carrocería.
- Reparar y verificar los órganos fijos de la carrocería.
- Comprobar, reparar y verificar la geometría del chasis del vehículo en la bancada.
- Desmontar y montar los vidrios y los guarnecidos.
- Pintar la carrocería.
- Verificar la calidad de la reparación y el acabado de la carrocería.

El taller de reparación de vehículos es un centro de producción y, por tanto, sus áreas de trabajo se deben diseñar de forma que los equipamientos e instalaciones sean un conjunto que favorezca el flujo de las reparaciones (figura 2.1). Los distintos espacios se deben distribuir adecuadamente, según la secuencia lógica del proceso de producción, y se deben prever las vías de circulación de personas y materiales, incluidos los espacios que se encuentran en diferentes plantas o a distinto nivel dentro del taller. De este modo, los trabajadores y los vehículos podrán utilizar las instalaciones fácilmente, con mayor seguridad y conforme al uso que se les haya destinado.




↑ **Figura 2.1.** Ejemplo de distribución de las diferentes secciones del taller de carrocería.

Se deben evitar las distribuciones en las que existan paseos improductivos para los operarios o excesiva recolocación de vehículos. Este tipo de distribuciones deriva en múltiples pérdidas de tiempo durante la realización del trabajo. También se deben evitar:

- Cuellos de botella y entrecruzamientos en las zonas de paso para conseguir un aceptable nivel de seguridad.
- Exposiciones del trabajador a riesgos laborales debidos a espacios reducidos.
- Separaciones insuficientes.
- Condiciones de iluminación deficientes.
- Mala distribución de máquinas y equipos.
- Falta de orden y limpieza.

Es muy importante establecer criterios de racionalidad a la hora de escoger la distribución de los espacios de trabajo, vigilando el cumplimiento de las normas de seguridad y medioambientales que estén normalizadas.

La forma de distribución más usada en la actualidad en las principales zonas de talleres de chapa y pintura es la **distribución funcional,** que está basada en la disposición de los equipos productivos según su afinidad.

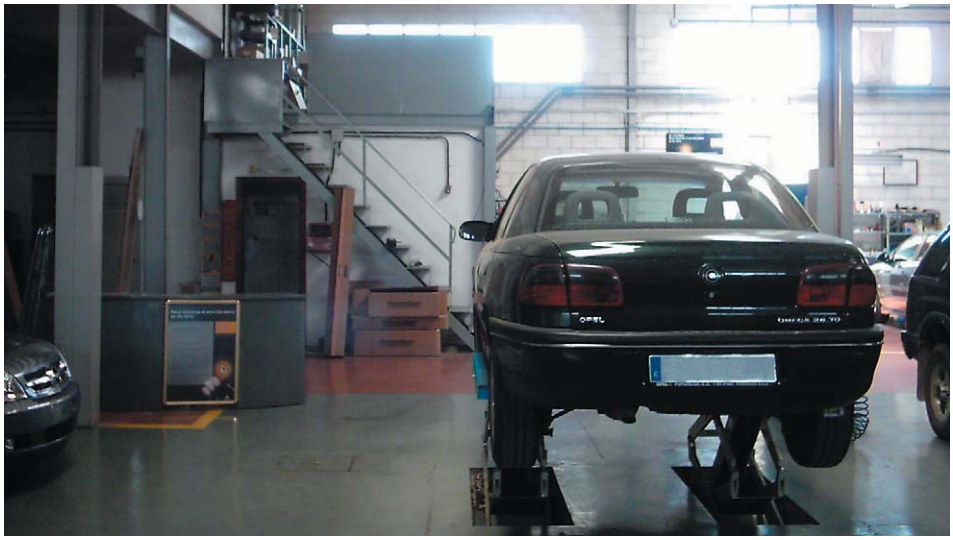
## 1.1. Área de administración

El área de administración suele hallarse a la entrada del taller donde haya una buena visibilidad del mismo. En ella se realizan las tareas administrativas de oficina, la recepción y entrega de vehículos y la atención al cliente (figura 2.2).

El proceso de actuación en este departamento sería el siguiente:

- Recoger los datos del cliente y del vehículo.
- Efectuar el análisis de los daños del vehículo para la correcta realización del presupuesto y la previsión de materiales necesarios para la reparación.
- Entrega del vehículo una vez reparado.

En caso de reparación rápida o peritación, el vehículo permanecerá en esta zona para no alterar el orden de los demás vehículos.



↑ **Figura 2.2.** Recepción directa.

→

## 1.2. Área de mecánica

El área de mecánica suele disponer de una superficie en la que se realizan los trabajos de montaje y desmontaje de diferentes elementos mecánicos, reparaciones eléctricas y mecánicas del vehículo (figura 2.3). Además, algunas de estas reparaciones que pueden tener lugar en el área de mecánica son de apoyo al trabajo del área de carrocería.

↑ **Figura 2.3.** Área de mecánica.

## 1.3. Área de carrocería

El área de carrocería se encuentra subdividida en diferentes zonas, dependiendo de la maquinaria y las herramientas necesarias para realizar las intervenciones en la carrocería en el menor tiempo posible. No obstante, las instalaciones pueden variar de un taller a otro dependiendo de la superficie de la que se disponga.

### Zona de carrocería rápida

Este sistema de trabajo es utilizado principalmente con el objetivo de satisfacer la demanda de un servicio de reparación de carrocería rápido y eficaz, así como de aumentar la cantidad de vehículos a reparar aprovechando la brevedad de la permanencia de los vehículos en el taller.

El tipo de operaciones que se puede realizar en esta zona con tiempos de reparación bajos son:

- Reparación y pintado de plásticos.
- Sustitución de piezas atornilladas.
- Sustitución de lunas y reparaciones de lunas laminadas.

- Reparaciones pequeñas de chapa, arañazos, daño leve o mediano.
- Reparaciones de microabolladuras mediante el sistema de varillas.
- Pulido y abrillantado de la pintura.
- Difuminado y pintado parciales.

**Bancada:** herramienta específica de los talleres de chapa y pintura. Se utiliza para recuperar las carrocerías dañadas tras una colisión. Una vez se sitúe el vehículo sobre la bancada, el operario puede ir modelando su estructura y haciendo desaparecer las deformaciones y torsiones sufridas durante el choque.

### Zona de desmontaje y conformado

En esta zona tienen lugar los trabajos de desmontaje, reparación y sustitución de elementos metálicos o plásticos.

### Zona de bancada

En la zona de bancada se encuentra el equipamiento necesario para garantizar una reparación correcta cuando el vehículo ha sufrido un accidente en el cual la carrocería haya tenido deformaciones de gravedad considerable (figura 2.4). En estas zonas es necesaria la intervención del profesional con la ayuda de los equipos adecuados para resolver con éxito este tipo de intervenciones y devolver así la rigidez y resistencia originales a la carrocería.

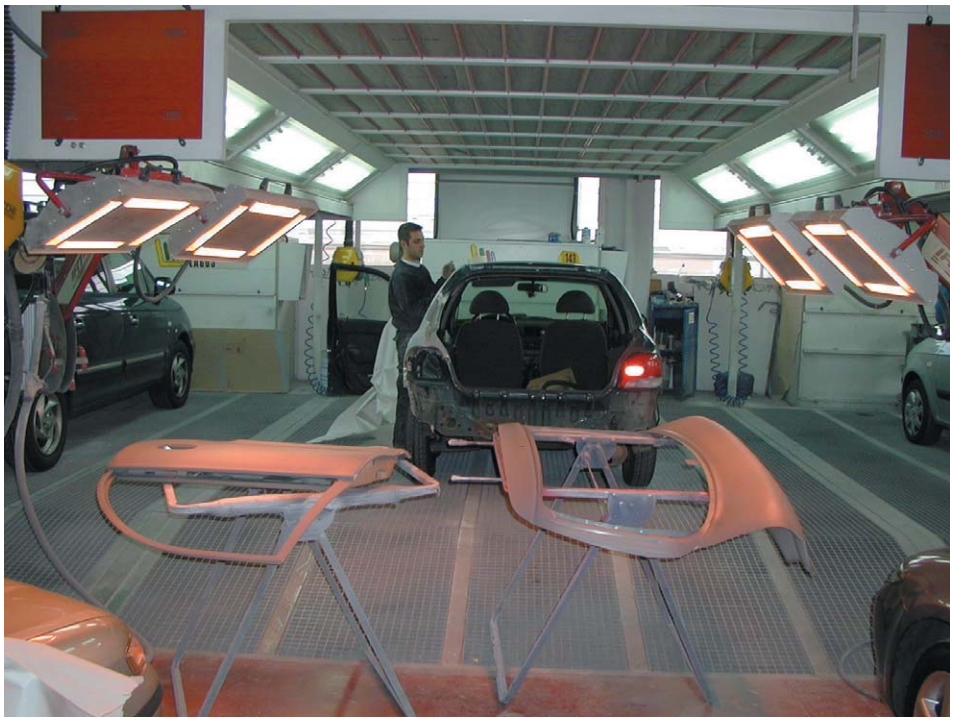
↑ **Figura 2.4.** Zona de bancada.

En el proceso general de reparación de una carrocería se encuentra la **zona de análisis de la deformación**, de la que deben extraerse conclusiones sobre cuáles han sido los esfuerzos que han intervenido en el siniestro, y así deducir la aplicación de las técnicas de estiramiento precisas para devolverle a la carrocería su forma habitual. Tendrá repercusión en la eficiencia de la reparación la planificación cuidadosa de los estiramientos, la elección de los tiros y los contratiros, y la disposición de los útiles y herramientas para ejercer los esfuerzos necesarios.

→

## Zona de preparación de superficies

La zona de preparación (figura 2.5), además de su utilización para la preparación de la chapa, las imprimaciones y el lijado, también puede ser usada para la conformación de la chapa y su posterior repintado. Si las condiciones del local lo permiten, se puede instalar un túnel donde, en primer lugar, se eliminan las abolladuras, se lijan y rellenan de masilla y, posteriormente, el vehículo se pinta y es secado por medio de paneles de infrarrojos. Según la configuración del local, en ocasiones no se puede realizar este tipo de instalaciones y se debe optar por otras soluciones, aunque siempre hay que evitar, en lo posible, el movimiento del vehículo durante las diferentes fases de la reparación, ya que se incrementan de forma notable los tiempos no productivos en el taller.



↑ **Figura 2.5.** Zona de preparación.

## Zona de reparación de aluminio

La introducción de piezas de aluminio en las carrocerías por parte de ciertos constructores obliga al taller a adaptarse a nuevos sistemas, herramientas y métodos de sustitución y reparación específicos. Como consecuencia de esto, se hace imprescindible la instalación de una zona exclusiva para el tratamiento del aluminio.

En esta área se encuentran equipos y herramientas diferentes a las usadas para tratar carrocerías de acero, aunque existen otras que si se utilizaban, pero que se deben emplear aquí de distinta manera para evitar la corrosión galvánica producida al entrar en contacto materiales de distinto potencial electroquímico.

## Zona de aplicación de acabados y secado

Esta zona consta de una o varias cabinas para el pintado que contribuyen a un buen acabado de las aplicaciones, protegiendo de la suciedad y aportando las condiciones ambientales idóneas para el secado. Además, esta área aporta las exigencias necesarias en materia de:

- Aplicación correcta del método de trabajo.
- Organización.
- Rendimiento.
- Salud laboral.
- Seguridad industrial.
- Orden y limpieza.

Una **cabina de pintura** es un recinto cerrado en el que se introduce el vehículo o pieza a pintar y por el que circula aire desde el techo de la cabina hacia el suelo de la misma. Esta circulación forzada de aire vertical y hacia abajo, es la encargada de arrastrar los restos de pulverización aerográfica.

La **cabina-horno de pintura** (figura 2.6) reduce los tiempos de secado al trabajar a temperaturas de unos 60-80 °C. Todo taller de chapa y pintura debe tener su cabina por tres razones:

- Garantizar un acabado perfecto en cada vehículo pintado.
- Pintando en una cabina se respeta el medio ambiente, ya que la mayoría de las partículas de pintura y compuestos orgánicos volátiles (COV) quedan retenidos por una serie de filtrados.
- Ajustándose a la ley, y pensando en la prevención de riesgos laborales, una instalación de pintura, junto a otros medios, permite al pintor y a sus ayudantes trabajar en un ambiente exento de toxicidad y otros elementos contaminantes.

**Compuestos orgánicos volátiles**

La mayoría de los compuestos orgánicos volátiles (COV) son precursores del ozono, y algunos de ellos son conocidos agentes carcinógenos, por lo que es urgente regular y disminuir sus emisiones a la atmósfera. Estas emisiones provienen en su mayoría de la industria y el uso de los automóviles.

↑ **Figura 2.6.** Cabina de pintura.

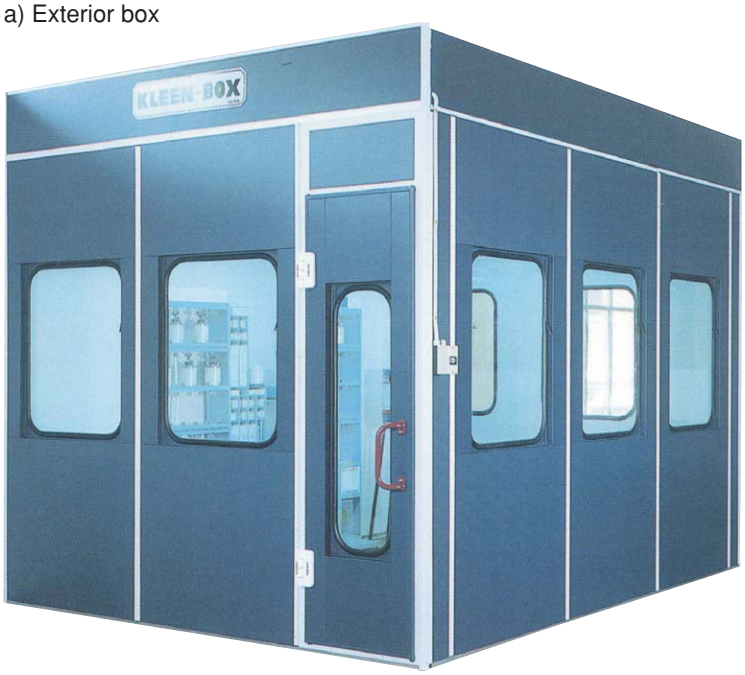
→

### Box o laboratorio de pinturas

Los laboratorios de pinturas son recintos usados para contener el material de pintado y realizar mezclas y preparación de materiales, y para almacenar el equipo o los equipos para el lavado de pistolas y herramientas de aplicación, así como la recicladora de disolventes en algunos casos.

Dependiendo de las funciones que se realicen en su interior, estos lugares deben reunir unas características determinadas, tanto en su construcción como en sus instalaciones eléctrica y de ventilación (figura 2.7).

a) Exterior box




b) Interior box

↑ **Figura 2.7.** Box de pintura.

## 1.4. Almacén y recambios

El almacén es el lugar adjudicado en el taller a determinados productos de uso corriente, así como a los elementos desmontados de los propios vehículos, o a los recambios que se hayan pedido para su posterior montaje con el fin de realizar determinadas reparaciones.

Si el taller de reparación es concesionario de una marca en concreto, en la zona de recambios se encontrarán productos en stock y piezas de sustitución.

El área de pintura contará con su propio almacén debido a que los productos que contiene son altamente inflamables y es conveniente mantenerlos separados de aquellos de menor peligrosidad.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**1.** Elige dos talleres de tu localidad y compara la distribución de espacios. También estudia el proceso de producción desde que entra un vehículo en el taller hasta que se repara por completo.

# 2. Instalaciones

A continuación se van a describir las características de funcionamiento de las instalaciones y equipos fijos más importantes del taller de carrocería; estos ayudan a mejorar la calidad del trabajo y a rentabilizar los procesos de reparación. Para ello es fundamental contar con un diseño correcto de toda instalación según los trabajos y operaciones que se pretendan realizar.

Las instalaciones más importantes con las que cuenta un taller de reparación son las siguientes:

- Sistema de aire comprimido.
- Sistema de aspiración y ventilación.
- Iluminación.
- Instalación eléctrica.
- Instalación contra incendios.

Hay que tener muy en cuenta que, en los talleres de reparación de vehículos, aquellas instalaciones relacionadas con la prevención de riesgos laborales que deben ser revisadas periódicamente son:

- Las instalaciones eléctricas.
- Las de prevención de incendios.
- Las de producción y distribución de aire comprimido.

Por esto, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) hace hincapié tanto en la valoración de los riesgos que tienen lugar durante los procesos como en las actividades desarrolladas en el trabajo, y también en la valoración del estado en que se encuentran las instalaciones donde se realizan estas actividades, así como en los posibles riesgos para los trabajadores.

## 2.1. Instalación de aire comprimido

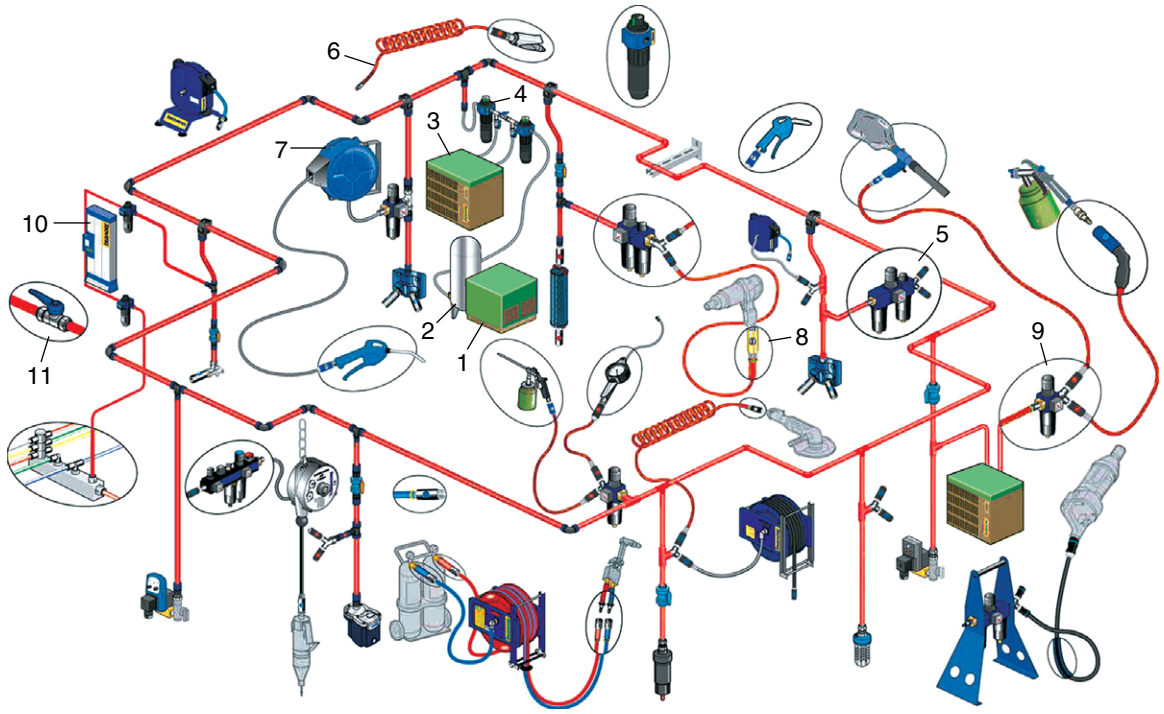
La instalación de aire comprimido es la encargada de producir, regular y distribuir el aire comprimido necesario a los diferentes puntos del taller donde se utilicen equipos y herramientas de accionamiento neumático (figura 2.8). La instalación está compuesta por:

- Compresor.
- Depósito acumulador.
- Secador-refrigerador.
- Separador.
- Unidad de tratamiento, compuesta por filtro, manómetro-regulador y lubricador.
- Conexiones.

Una buena **distribución del aire comprimido** en las instalaciones neumáticas puede ahorrar muchos costes mediante un adecuado diseño y prevención de fugas, mejor estanqueidad o mejor tratamiento del aire comprimido, por ejemplo.

Las páginas www.presost.ltd.com y www.atlascopco.com muestran la distribución y tratamiento del aire comprimido y de los fluídos.

→




1. Compresor
2. Acumulador
3. Secador-refrigerador
4. Separador
5. Unidad de tratamiento
6. Manguera en espiral
7. Enrollador automático
8. Conector rápido
9. Filtro-regulador
10. Secador
11. Llave de aire

↑ **Figura 2.8.** Esquema característico de la distribución y el tratamiento de los fluidos.

**Instalaciones de aire comprimido**

La sala generadora de aire (compresor, calderín y refrigerador principalmente) se instalará en una zona aislada y, siempre que sea posible, en el exterior del taller.

## Compresor

El objetivo principal del compresor es producir el aire comprimido necesario para el funcionamiento de los equipos y herramientas neumáticas del taller.

El compresor transforma la energía eléctrica, aportada por un motor, en energía neumática al comprimir el aire aspirado del ambiente mediante la disminución de su volumen específico.

Los elementos más importantes que forman parte del grupo generador de aire son: filtro de aspiración de aire, filtro de aceite, refrigerador de aceite y motor eléctrico.

El funcionamiento del grupo compresor será automático y a intervalos, regulándose la parada y puesta en marcha mediante presostatos de máxima y mínima.

## Refrigerador

El refrigerador se encuentra a la salida del grupo generador. Su misión principal es la de bajar la temperatura del aire comprimido hasta alcanzar la temperatura ambiente.

Ya que el aire comprimido producido por el compresor puede llevar incorporadas ciertas impurezas y condensaciones en forma de vapor de agua y aceite, el separador se encarga de acumular en su fondo estas partículas contaminantes y evacuarlas al exterior mediante un sistema de purga.

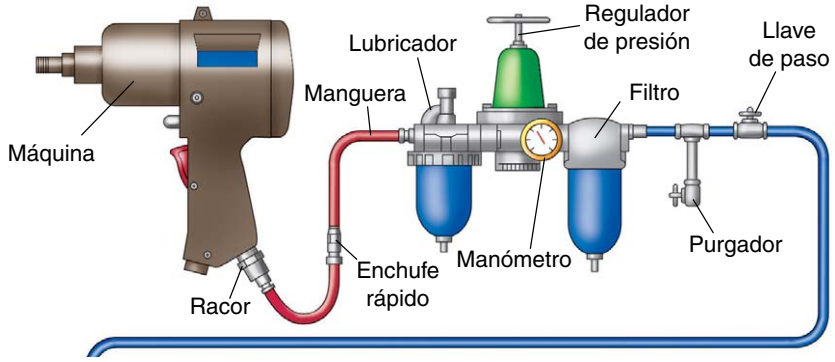
## Separador y prefiltro

Su misión es eliminar las condensaciones y partículas de aceite procedentes del compresor que no han sido eliminadas en el refrigerador, y así evitar que lleguen a la red de distribución. Su ubicación está a la salida del refrigerador.

## Depósito acumulador

Los acumuladores son los encargados de almacenar el aire comprimido que es generado por el compresor. Se preverá una conducción para la evacuación de condensados del depósito a la red de saneamiento.

A continuación se detallan los elementos más importantes de línea principal (figura 2.9).




↑ **Figura 2.9.** Ejemplo de circuito de unidad de mantenimiento con máquina neumática.

## Filtros

Los filtros cumplen una función de suma importancia al depurar el aire comprimido de toda impureza que previamente no haya sido eliminada por el separador y prefiltro justo después del compresor. Además, retienen las gotas de humedad contenidas en el aire.

## Reguladores de presión

La válvula reguladora o regulador de presión mantiene la presión de trabajo constante en el lado del usuario, independientemente de las variaciones de presión y del consumo en la red principal. Obviamente, para lograr esto, la presión de entrada del regulador debe ser siempre superior a la de trabajo.

El regulador de presión incorpora un manómetro para conocer en todo momento el valor de la presión regulada de trabajo.

## Lubricadores

Los lubricadores tienen la misión de lubricar los elementos neumáticos suficientemente. El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión. Los lubricadores trabajan generalmente según el **efecto Venturi**.

El aceite que se utiliza en la lubricación es aspirado de un pequeño depósito de la **unidad de mantenimiento**, mezclado con la corriente del aire comprimido y distribuido en forma de niebla o micropulverización. Para que esta tarea sea efectiva el caudal debe ser suficientemente fuerte.

A la construcción modular filtro-regulador y lubricador se la denomina **unidad de tratamiento del aire comprimido** (figura 2.10).

**Efecto Venturi**
Efecto que consiste en la disminución de la presión de un fluido y el aumento de la velocidad del mismo al hacerlo pasar por el estrechamiento de un conducto.

→

↑ **Figura 2.10.** Unidad de tratamiento del aire.

## Conexiones

Las conexiones son el punto de unión entre la red de distribución y las herramientas o equipos neumáticos. También se denominan «de conexión rápida». Actualmente se utilizan mecanismos de seguridad por uñas y con descompresión que evitan sacudidas accidentales de la manguera, con un mínimo esfuerzo de conexión y desconexión (figura 2.11).

↑ **Figura 2.11.** Conectores rápidos.

↑ **Figura 2.12.** Enrolladores y mangueras.

Por otra parte, para hacer llegar el equipo o herramienta neumática a las diferentes zonas del taller se emplean enrolladores automáticos o mangueras en espiral o flexibles (figura 2.12). El uso de enrolladores está más extendido actualmente que el de las mangueras, debido a los siguientes inconvenientes de estas:

- Sufren mayor desgaste al estar en contacto con el suelo.
- El lugar de trabajo se ensucia fácilmente al estar cubierto de mangueras.
- Causan mayor número de accidentes, fundamentalmente por tropiezos.
- La eficiencia de trabajo disminuye al tener que dejar las herramientas en el suelo.

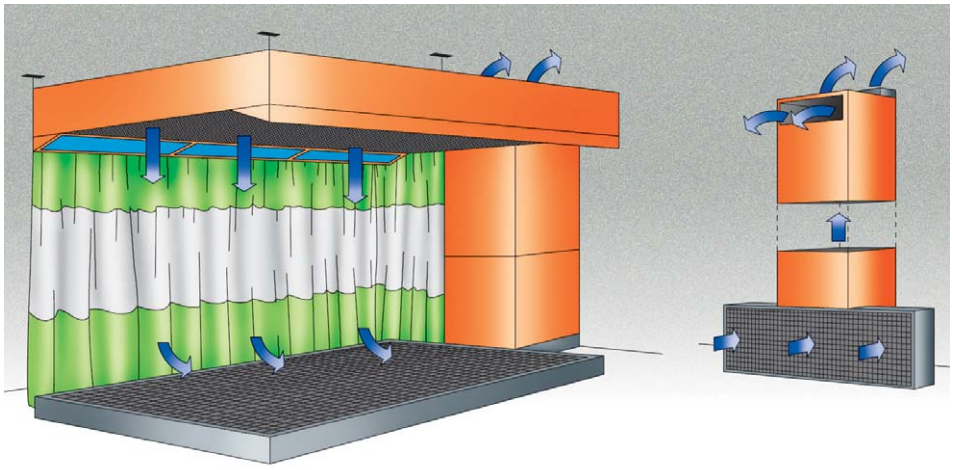
## 2.2. Sistemas de aspiración y ventilación

La utilización de estos sistemas es prioritaria en los talleres de reparación para evitar la acumulación de gases y polvo de gran toxicidad generados durante procesos de reparación tales como la puesta en marcha de los propios vehículos, el lijado de masillas, las imprimaciones y ciertos materiales plásticos, e incluso el uso de soldaduras y la utilización de productos tóxicos. Por tanto, su uso favorece que el ambiente de trabajo sea lo más saludable posible.

### Planos aspirantes

En ellos se realizan los trabajos previos al repintado del vehículo como el lijado, la aplicación de aparejos e imprimaciones o incluso el propio repintado de piezas. Su objetivo principal es el de aspirar el polvo producido durante el lijado, así como las nieblas residuales que se puedan ocasionar durante los trabajos anteriormente mencionados de pulverización.

Los planos aspirantes están compuestos por una superficie enrejillada en el suelo y un grupo extractor que se encarga de realizar la aspiración. En ciertas instalaciones puede existir un techo denominado ***plenum*** para completar la zona de preparación (figura 2.13). El aire es aspirado por la base enrejillada y, una vez depurado por filtros de carbón activo, se puede expulsar al exterior o devolver una parte al taller, ya libre de impurezas, mediante una válvula de compuerta en forma de T llamada **de recirculación.**



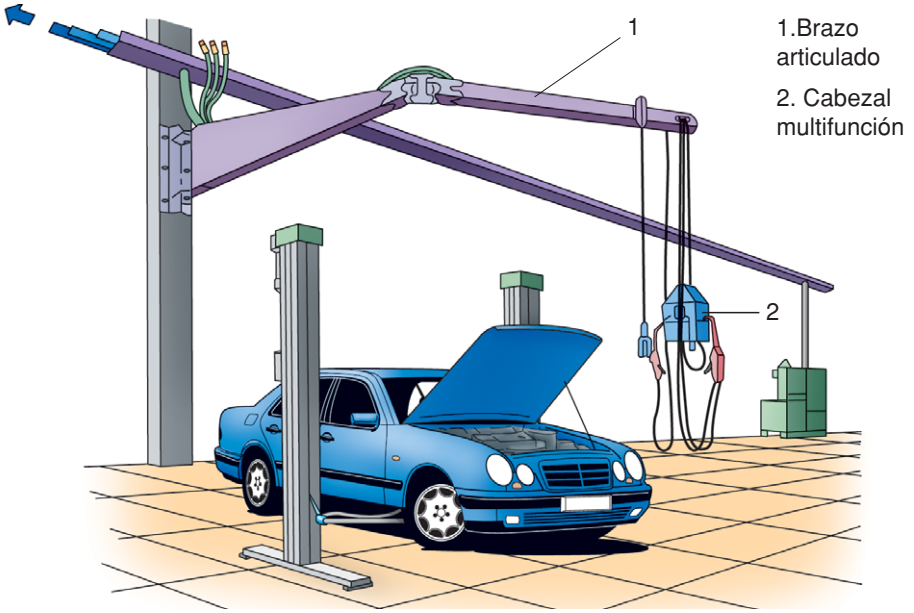
↑ **Figura 2.13.** *Plenum*.

Estos elementos no cuentan con fuente de calor propia y global; existen paneles infrarrojos en zonas localizadas y de este modo, en los planos aspirantes unicamente se pintarán piezas concretas del vehículo.

→

## Brazo aéreo articulado con cabezal multifunción

Estos equipos son considerados imprescindibles para la realización de los trabajos de lijado que se llevan a cabo en el taller, especialmente en la zona de preparación (figura 2.14). Además, sus conexiones se pueden ubicar lo más cerca posible de la zona de trabajo sin prolongaciones auxiliares que podrían obstaculizar el desarrollo de las tareas de reparación.




↑ **Figura 2.14.** Central de aspiración.

↑ **Figura 2.15.** Aspiración portátil.

↑ **Figura 2.16.** Central de aspiración.

Estos equipos pueden ser portátiles o centrales:

- **Portátiles.** Tienen una gran movilidad dentro del taller (figura 2.15).
- **Centrales.** Se utilizan en talleres de grandes dimensiones. Disponen de conectores eléctricos e incluso de aire comprimido que facilitan las tareas del trabajador (figura 2.16).

Principales ventajas de las centrales de aspiración:

- Posibilidad de su fijación a la pared o al techo del taller.
- Longitud de los brazos de entre cinco y seis metros para facilitar la aspiración en cualquier zona de la carrocería.
- Al disponer de brazos articulados, permiten mayor movilidad para aspirar de forma eficaz.
- Disponen de un cuadro con conexiones para el aire comprimido y también de enchufes eléctricos.
- Sistema de limpieza automática de los filtros.
- Mantenimiento reducido de todos los componentes del equipo.

## Extractores de humos de escape

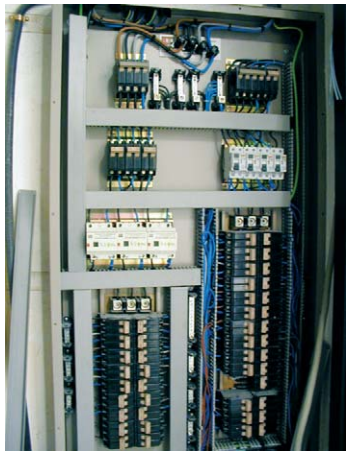
En numerosas ocasiones, para la revisión o reparación de un vehículo, es imprescindible que el motor esté en marcha, con la consiguiente generación de gases tóxicos como el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno ($NO_x$), hidrocarburos y sulfuros, que son muy perjudiciales para la salud. Por este motivo es necesario utilizar extractores de humos para evitar el riesgo de intoxicación (figura 2.17).

↑ **Figura 2.17.** Extracción de humos.

Los sistemas de extracción de humos están compuestos por turbina, mangueras de conexión y enganche. Pueden ser portátiles o fijos de tipo enrollador o sobre raíl aéreo.

## 2.3. Instalación eléctrica

Toda instalación eléctrica del taller de reparación está regulada por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que elimina o minimiza los riesgos eléctricos (chispas, arcos y temperaturas superficiales del material eléctrico, etc.). Se debe cumplir la instrucción técnica ITC-BT-29, «Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión».



↑ **Figura 2.18.** Instalación eléctrica.

Existen muchos tipos de protecciones que pueden hacer una instalación eléctrica (figura 2.18) completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay **tres protecciones eléctricas** que deben usarse en todo tipo de instalación, ya sea de baja o alta tensión. Estas protecciones eléctricas son:

- Protección contra cortocircuitos.
- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra electrocución.

Un ejemplo de las protecciones anteriormente citadas sería dotar a aquellas instalaciones destinadas al almacenamiento de productos químicos o volátiles de la pertinente instalación eléctrica antideflagrante, que evite o reduzca la posibilidad de inflamación por chispa.

## 2.4. Iluminación

La iluminación es muy importante para el correcto desarrollo del trabajo ya que lo facilita, reduce el riesgo de accidentes y, en consecuencia, supone un ahorro económico.

El Real Decreto 486/1997 de 14 de abril establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. A su vez, su artículo número 8 dice que *«la iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan*

→

En la página oficial del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales www.mtas.es puedes encontrar mucha información relativa a las condiciones de trabajo, entre ellas, las de visibilidad.

*de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud».*

Dentro del taller de reparación se pueden encontrar dos tipos de iluminación bien diferenciadas:

- Luz natural.
- Luz artificial.

Desde el punto de vista práctico, interesa que el local destinado a taller de reparaciones esté dotado de la máxima **iluminación natural** posible (figura 2.19), pues ello facilita el trabajo (mayor rendimiento), reduce el riesgo de accidentes y se traduce en un ahorro económico.

↑ **Figura 2.19.** Iluminación natural.

**El lux (lx):** es la unidad derivada del SI de iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen (lm) por $m^2$.

↑ **Figura 2.20.** Iluminación artificial.

↑ **Figura 2.21.** Iluminación artificial localizada.

Aunque la luz natural es la que posee mayores ventajas para la vista humana, no se debe olvidar que se corre el peligro de padecer deslumbramientos, ya que la luz solar puede ser muy irregular en su intensidad según la posición del sol, la hora del día y el estado atmosférico. Por esta razón, hay que pensar también en la luz artificial como una alternativa frente a la iluminación natural, según como esta se nos presente (figura 2.20). Con la iluminación artificial se conseguirá una mayor uniformidad y tendremos, por un lado, iluminación general de la nave y, por otro, iluminación del puesto de trabajo mediante tubos fluorescentes (figura 2.21), o bien, en el vehículo objeto de la reparación a base de lámparas portátiles.

El nivel mínimo de iluminación necesario para un taller de reparación será de **500 unidades lux**. Las zonas del taller en donde las exigencias de iluminación son mayores son la zona de preparación de color y la zona de aplicación.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

| NIVELES DE ILUMINACIÓN EN LUGARES DE TRABAJO | |
|---|---|
| **LUGAR DE TRABAJO** | **NIVEL MÍNIMO (lx)** |
| Trabajos con bajas exigencias visuales | 100 |
| Trabajos con bajas exigencias visuales moderadas | 200 |
| Trabajos con exigencias visuales altas | 500 |
| Trabajos con exigencias visuales muy altas | 1.000 |
| Áreas o locales de uso ocasional | 50 |
| Áreas o locales de uso habitual | 100 |
| Vías de circulación de uso ocasional | 25 |
| Vías de circulación de uso habitual | 50 |

## 2.5. Instalación contra incendios

En actividades industriales como las realizadas en talleres de reparación de automóviles donde se trabaja con distintos productos inflamables (hidrocarburos, pinturas, disolventes, productos de limpieza, etc.) que pueden convertirse en explosivos cuando su nivel de concentración es alto, será preciso adoptar medidas especiales de prevención y protección.

Para ello, el local debe de tener una instalación adecuada contra incendios, dotando a los talleres de reparación de extintores (figura 2.22) y bocas de incendio equipadas (BIE) y correctamente diseñadas (figura 2.23).

Los **recipientes portátiles** (extintores) contienen sustancias extintoras a presión para poder proyectarlas sobre el fuego. Al tratarse de botellas con gas a presión, deberán acogerse a las disposiciones de fabricación, pruebas y mantenimiento que recoge el Reglamento de Aparatos a Presión, a efecto de justificar lo dispuesto en la norma UNE 23110.

Existen otros sistemas fijos o semifijos de extinción, los sistemas de **bocas de incendio equipadas** (BIE), las cuales deben tener buena distribución y número suficiente como para acceder a todas las zonas del taller. Además, tienen que disponer de la suficiente presión y de los depósitos pertinentes.

Estos equipos se componen de boquilla, lanza, manguera, racor, válvula, manómetro, soporte y armario.

Como norma general, se tendrán en cuenta las siguientes medidas para prevenir el riesgo de incendio:

- Los productos inflamables cumplirán con las normas de almacenamiento obligatorias, entre las que cabe destacar la de disponer de ventilación natural o forzada y resistencia al fuego.
- La instalación eléctrica cumplirá las disposiciones técnicas necesarias.
- Los extintores deben pasar las revisiones pertinentes y, además, se formará a los trabajadores en el uso de los mismos.

↑ **Figura 2.22.** Extintor.

↑ **Figura 2.23.** BIE.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**2.** Realiza un plano del taller con las diferentes instalaciones con las que cuenta (aire comprimido, instalación eléctrica, iluminación, incendios y ventilación) usando diversos colores que identifiquen cada una de las instalaciones y que cada uno lleve su leyenda.

→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

1. ¿Qué tienen que ver las normativas medioambientales en la distribución de instalaciones de un taller de reparación?
2. ¿Cuál es la distribución más usada en los talleres de chapa y pintura?¿por qué?
3. ¿Qué trabajos se realizan en el área de mecánica?
4. ¿Qué objetivos se persiguen con la instalación de la zona de carrocería rápida en un taller de chapa y pintura?
5. ¿Qué reparaciones tienen lugar en la zona de bancada?
6. ¿Por qué en la reparación de una carrocería de aluminio se deben usar equipos y herramientas diferentes a las utilizadas en una reparación de carrocerías de acero?
7. ¿Cuáles son los trabajos más importantes que se pueden desarrollar en la zona de preparación de superficies dentro del área de carrocería?
8. ¿Qué es un box de pintura?
9. ¿Cuáles son las instalaciones más importantes de un taller de reparación de vehículos?
10. ¿Cómo es el funcionamiento de un compresor?
11. ¿Cuál es la constitución de un plano aspirante con *plenum*?
12. ¿Qué tres tipos de protecciones existen en una instalación eléctrica?
13. ¿Qué se intenta conseguir con la instalación de luz artificial?

## DE TALLER

1. Realiza un esquema del taller indicando la zonas de trabajo existentes.
2. Realiza un croquis del taller con todos los elementos de la instalación de aire comprimido.
3. Describe las características de los elementos de aspiración del taller.
4. Analiza los tipos de iluminación existentes en el taller.
5. Detalla cómo están distribuidos los equipos de extinción de incendios.

# PARA **PRACTICAR**

## Cálculo de dimensiones de un taller

### HERRAMIENTAS

• Real Decrero 486/1997 de 14 de abril (disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo)

### MATERIAL

• Instalaciones del taller

### OBJETIVO

Calcular las dimensiones básicas de un taller de reparación de vehículos que desea contar con un determinado número de puestos de trabajo:

• 6 puestos en carrocería

• 5 puestos en pintura

• 1 puesto en carrocería rápida

• 2 puestos en zonas de mecánica

### PRECAUCIONES

Los puestos de trabajo deben contar con una superficie mínima que garantice la realización de los procesos de reparación con seguridad, comodidad, rapidez y calidad.

### DESARROLLO

| CÁLCULO DE DIMENSIONES DE LAS ZONAS DEL TALLER DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS | | |
|---|---|---|
| **Zona del taller** | **Puestos de trabajo** | **Puestos de bancada** |
| **Carrocería** | Bancada: 1 puesto<br>Reparación : 5 puestos | 1 x 6 m x 5 = 30 $m^2$<br>5 x 6 x 3,5 m = 105 $m^2$ |
| **Pintura** | Preparación: 4 puestos<br>Pintura: 1 puesto | 4 x 6 m x 4 m = 96 $m^2$<br>1 x 7 x 6 = 42 $m^2$ |
| **Carrocería rápida** | 1 puesto | 1 x 7 m x 4 m = 28 $m^2$ |
| **Mecánica** | | 2 puestos 2 x 6 m x 4 m = 48 $m^2$ |
| | | **Total=** 30 + 105 + 96 + 42 + 28 + 48 **= 349 $m^2$** |

A estos resultados hay que sumar la superficie de los pasillos para el desplazamiento de vehículos, que supone el 50% de la superficie total de los puestos de trabajo.

$$349\ m^2 \times 0{,}5 = 174{,}5\ m^2$$

Superficie total del taller:

$$349\ m^2 + 174{,}5\ m^2 = 523{,}5\ m^2$$

**Nota:**

No se calculan otras instalaciones del taller como lavadero, almacén, recambios, oficinas, aparcamientos, etc., porque no cuentan con unas dimensiones establecidas, ya que dependen en gran medida de las características del proyecto de creación del taller.

→

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** La forma de distribución más usada actualmente en las principales zonas de talleres de chapa y pintura es:

a) Funcional.
b) En cadena.
c) Por puesto fijo.
d) Por puesto semifijo.

**2** ¿Cuál de los siguientes elementos no forma parte de la línea de distribución de aire comprimido?

a) Refrigerador.
b) Lubricador.
c) Regulador.
d) Conector rápido.

**3** Los lubricadores trabajan generalmente según el principio:

a) De impulsión.
b) De Venturi.
c) De reflexión.
d) De aspiración.

**4** ¿Cuál de los siguientes elementos no forma parte de una central de aspiración?

a) Conectores eléctricos.
b) Conector de aire comprimido.
c) Conector de ventilación.
d) Conector de aspiración.

**5** ¿Cuál de los siguientes elementos no forma parte de una BIE?

a) Lanza.
b) Racor.
c) Anilla seguridad.
d) Manguera.

**6** Las zonas del taller en donde las exigencias de iluminación resultan mayores son:

a) La zona de preparación de color y aplicación
b) La zona de bancada.
c) La zona de conformado.
d) La zona de recambios.

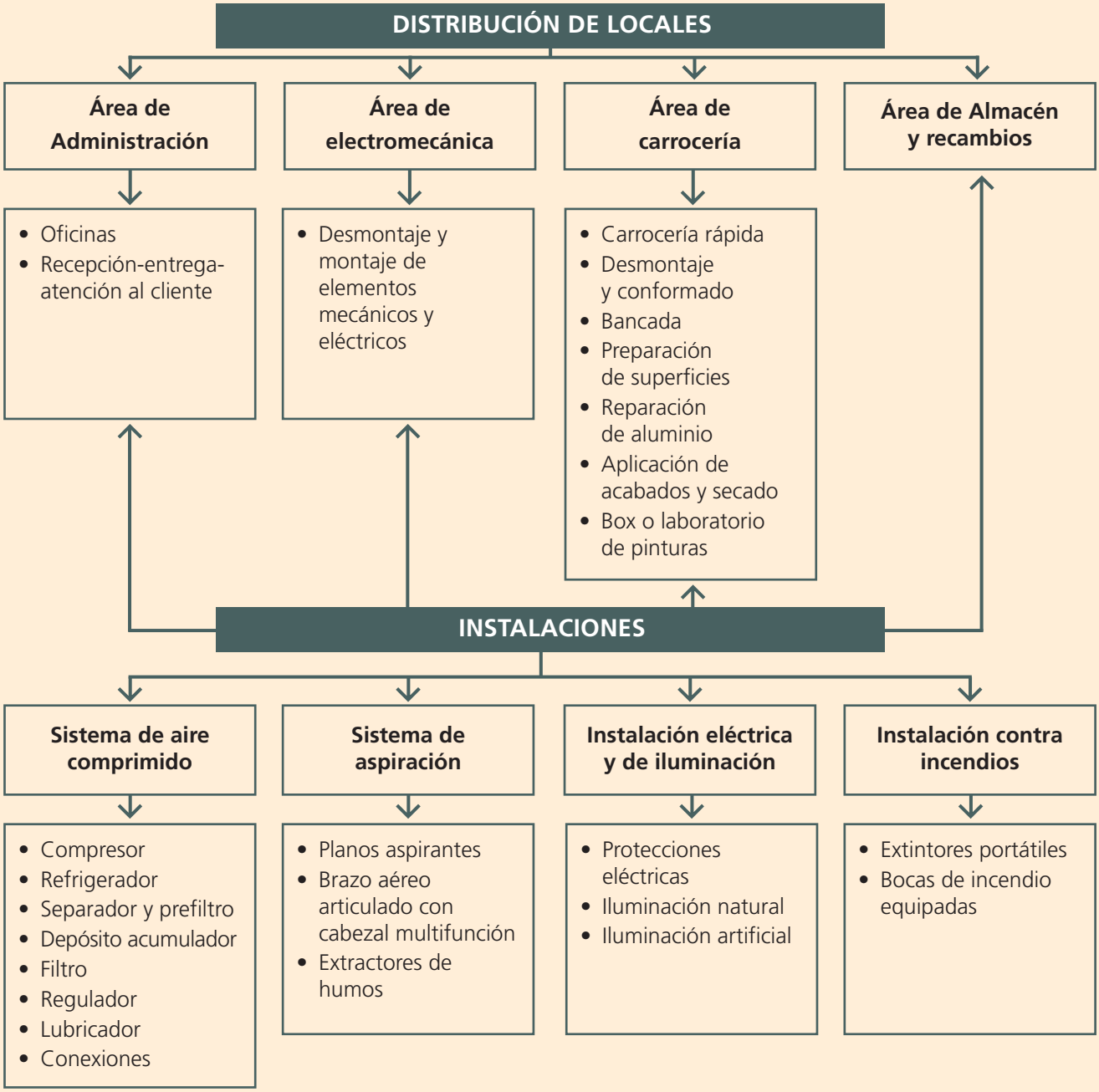
**7** El nivel mínimo de iluminación necesario para un taller de reparación será de:

a) 750 lx.
b) 1.000 lx.
c) 250 lx.
d) 500 lx.

**8** En el interior del taller se puede encontrar iluminación de tipo:

a) Natural.
b) Artificial.
c) Natural y artificial.
d) General.

# EN **RESUMEN**




# **AMPLÍA** CON...

- *Aire comprimido. Fuente de energía. Preparación y distribución.* Stefan Hesse. FESTO. 2002.
- *La iluminación de los centros de trabajo*, de Rosa Mª Carretero. Ediciones Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Ministerio Trabajo y Asuntos Sociales. MTAS

- www.atlascopco.com
- www.prevost-ltm.com

→

MUNDO DEL AUTOMÓVIL

Crear la organización del taller es una de las funciones claves de la dirección para obtener los resultados deseados. Debe crearse pensando en los objetivos y a la medida de las necesidades y posibilidades de la empresa.

# Estructura organizativa del taller de reparación

Identificadas las funciones propias de la actividad de la reparación, debe determinarse el sistema organizativo y la asignación de las personas responsables de cada función.

De forma general, las funciones no van a depender del tipo de taller en cuanto a su existencia, sin embargo es lógico que su dedicación y tratamiento vayan a estar condicionadas al tamaño del taller, de forma que, cuanto más pequeño sea este y su estructura organizativa, más funciones van a ser desempeñadas por una misma persona.

El diseño de la organización del taller debe depender exclusivamente de la dirección, y se realiza de forma teórica.

El siguiente paso es la asignación de personas a cada función; luego, debe existir un periodo de funcionamiento y puesta en marcha, observando si este es adecuado y obrando en consecuencia para eliminar defectos, situaciones o comportamientos no deseados. En definitiva, el planteamiento teórico debe responder posteriormente a unas necesidades reales.

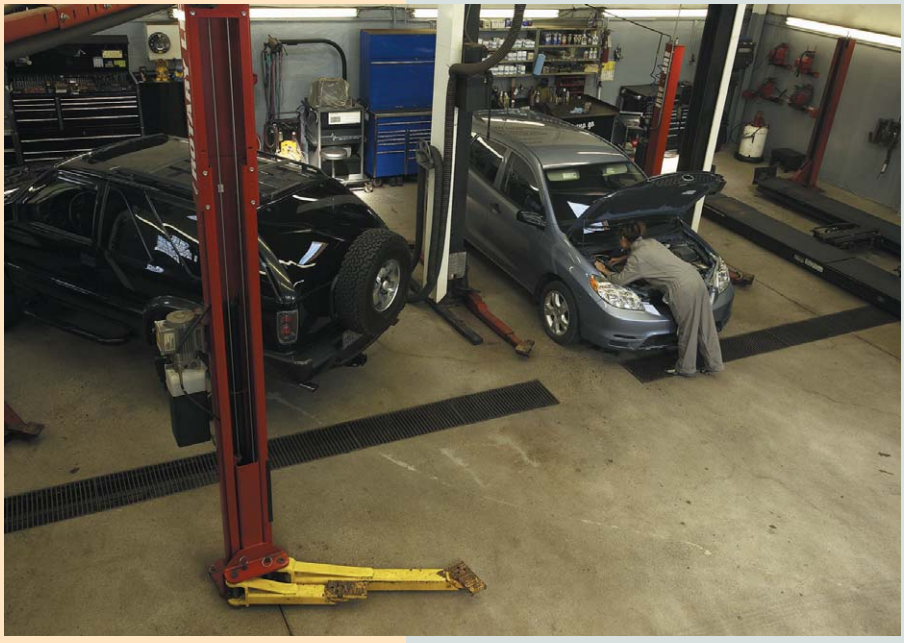
Generalmente los actuaciones correctoras se dirigen a la recolocación del personal disponible, adaptando los recursos humanos disponibles a las funciones necesarias.

La empresa tratará de adaptarse a un sistema organizativo; diseñar la organización según las características de las personas y no de las necesidades suele conducir al fracaso.

El sistema organizativo se puede representar mediante un organigrama. El personal debe conocer, entender la organización y sentirse identificado con ella.

Las funciones y responsabilidades de cada persona deberían reflejarse por escrito en un procedimiento que se completará con un listado detallado de tareas e instrucciones esenciales de trabajo.

Aunque en principio estas acciones den la impresión de hacer más rigida la organización, su ejecución suele mostrarse útil, y empezarán a no ser tan necesarias a lo largo del tiempo de forma natural. Una representación gráfica de la organización elegida es el organigrama de la empresa, que puede reflejar fundamentalmente una organización vertical u horizontal.



*Revista Técnica Centro Zaragoza*
Septiembre de 2003

# Procedimientos esenciales de gestión en el taller de reparación

La correcta gestión de un taller depende del grado de implantación y cumplimiento de una serie de procedimientos y requisitos esenciales durante la estancia del vehículo en el taller.

Durante el proceso de recepción del vehículo debe definirse la actuación, dependiendo de que el cliente solicite o no presupuesto previo. El taller obligatoriamente debe dejar constancia de que tiene en su poder el vehículo del cliente, y realizará la inspección del vehículo previamente a aceptarlo en depósito, registrando todas aquellas anomalías y desperfectos que se aprecien. En esta fase deben quedar definidos al menos los formatos y registros para presupuestos, resguardos de depósito e inspección.

Una vez aceptada la reparación, el taller está en disposición de abrir una orden de reparación y de lanzar el trabajo a producción después de asegurar que puede llevarse a cabo con éxito. Esto exige el control de la recepción de los suministros que intervienen en la reparación y de las disponibilidades de la mano de obra.

Se exige que la reparación sea correcta para obtener clientes satisfechos y su fidelización, eliminando en la medida de lo posible la repetición y rectificación de trabajos durante el proceso, y por tanto eliminando también reclamaciones del cliente por reparaciones de mala calidad.

La orden de reparación debe constituir un registro en el que se recogen todas las acciones de la intervención, de acuerdo al presupuesto aceptado por el cliente, y en su defecto, cuando este no se ha exigido, debe estar de acuerdo con el presupuesto interno o documento donde se precisa igualmente toda la intervención. En ella se deben registrar también todos los gastos derivados de la reparación, materiales, repuestos, mano de obra y subcontrataciones.

El lanzamiento del trabajo genera un registro que deriva de la orden de reparación, conteniendo exclusivamente los trabajos que el técnico debe acometer.

La solicitud de suministros constituye una parte crítica del proceso de reparación. Deben controlarse, y por tanto tener información actualizada, de las existencias disponibles en el taller.

Con la gestión implantada, el taller debe ser capaz de elegir el proveedor más adecuado a sus intereses económicos, y hacerlo bajo criterios de la calidad de los materiales solicitados y del servicio prestado.

El procedimiento de compras incluirá la forma en que se realizará el pedido así como las herramientas disponibles para la identificación lo más exacta posible de los repuestos y materiales. Se tratará de evitar en la medida de lo posible errores en las recepciones que repercutan en pérdidas de tiempo de mano de obra directa.

La entrega del vehículo es el último eslabón de la reparación. Se ponen en marcha gestiones significativas como el aviso al cliente, que podrá suprimirse si el taller ha hecho una buena previsión de la fecha de entrega. Se preparan todos los bienes del cliente (vehículo, elementos que hayan sido sustituidos) lavado del vehículo y se procede a la retirada de las protecciones, preferiblemente en presencia del cliente, preparación de la factura, etc.

*Revista Técnica Centro Zaragoza*
Junio 2003

# 3

# Equipamiento del taller

## para empezar...

Un taller de reparación actual debe contar con un equipamiento mínimo, según la actividad y la especialidad que vaya a desarrollar. El hecho de tener un buen equipamiento influirá directamente en la obtención del objetivo principal de una reparación: una buena calidad de acabado en un periodo de tiempo óptimo.

## ... vamos a conocer


1. Herramientas y equipos en el taller de carrocería
2. Herramientas y equipos en el taller de pintura
3. Equipamientos mínimos en el taller de chapa y pintura

PARA **PRACTICAR**

Operaciones más importantes en carrocería


## qué sabes de...

1. ¿Cuál es el equipamiento mínimo que marca la ley para iniciar la actividad en un taller de chapa y pintura?
2. ¿Cómo se pueden clasificar los equipos y herramientas usados por el chapista?
3. ¿Cuáles son los equipos de soldadura utilizados en la reparación de carrocerías?
4. ¿Cuál es la utilidad de una bancada y accesorios?
5. ¿Qué tipos de pistolas existen para la aplicación de pintura?

## y al finalizar...

- Conocerás el equipamiento mínimo que marca la ley en las especialidades de chapa y pintura.
- Conocerás los equipos y herramientas más utilizados en el área de carrocería.
- Podrás diferenciar las herramientas de uso individual y general en el área de pintura.

# 1. Herramientas y equipos en el taller de carrocería

El taller de reparación efectúa operaciones muy variadas, como montajes y desmontajes de accesorios y piezas amovibles, reconformado de elementos de chapa, sustitución de piezas soldadas, conformación de estructuras, etc. Para poder llevar a cabo tan diversas tareas con la **calidad exigida y en un período de tiempo óptimo**, es necesario que se disponga en el puesto de trabajo de una serie de herramientas, equipos y accesorios variados, para que la reparación se desarrolle en las mejores condiciones y garantizando la máxima fiabilidad.

| EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | |
|---|---|---|
| **Manuales** | De uso general | |
| | De uso específico | • De conformación<br>• De medición<br>• De corte y ajuste |
| **De accionamiento motriz** | Neumático<br>Eléctrico | |
| **Equipos auxiliares** | De soldadura<br>De enderezado<br>De uso general | |

## 1.1. Herramientas manuales

Las herramientas manuales son utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual y que, para su accionamiento, requieren únicamente la fuerza motriz humana.

Estas herramientas funcionan con la **propia fuerza del operario,** y son utilizadas para diferentes operaciones de reparación, aunque también las hay de uso muy específico.

Se pueden clasificar en función de la operación en la cual se emplean: desmontaje y montaje de guarnecidos, repaso de chapa, medición, operaciones de corte y unión de piezas, etc.

### Herramientas de uso general

Se trata de herramientas **polivalentes** que se utilizan para un uso **no específico,** principalmente para el montaje y desmontaje de accesorios de la carrocería. En la figura 3.1 se muestra un juego de llaves (planas o fijas, de estrella, combinadas, de carraca, etc.), destornilladores (plano, estrella, torx y allen), alicates o tenazas, así como otras herramientas específicas, dependiendo del tipo de fijación del accesorio.

Las herramientas deben ser de material de buena calidad, especialmente las de coque, que deben ser de acero cuidadosamente seccionado. Este acero debe ser fuerte para soportar golpes sin mellarse o formar rebordes en las cabezas, pero no tan duro como para astillarse o romperse. A su vez, las herramientas deben tener forma, peso y dimensiones adecuadas al trabajo a realizar, y no deben utilizarse para otros fines que aquellos para los que han sido diseñadas.

↑ **Figura 3.1.** Herramientas manuales de uso general.

## Herramientas de uso específico

### • Herramientas de conformación

Las herramientas de conformación sirven para **reconformar la chapa** y dar forma regular a su superficie por medio de continuos golpes (figura 3.2). Tienen diversas formas y características que se adaptan a los diferentes tipos de deformación, geometría y accesibilidad de la zona.

Dentro de este grupo de herramientas destacan principalmente:

- Martillos de chapa.
- Mazos.
- Tases.
- Tranchas.
- Palancas de desabollado.
- Limas de carrocero.
- Martillo de inercia.
- Etc.

• En www.spanesi.es se comercializan los principales equipos y herramientas utilizados en el taller de carrocería.

↑ **Figura 3.2.** Herramientas manuales de conformación.

→

• **Herramientas de corte y ajuste**

Se denominan así las herramientas destinadas al **corte** de la chapa de acero y al **ajuste y acoplamiento** de los elementos de la carrocería que se sustituyen por otros dañados (figura 3.3).

Principalmente son:

– Cinceles o cortafríos.
– Tijeras de chapista.
– Granetes.
– Puntas de trazar.
– Sierras.
– Cizallas.
– Tijeras.
– Mordazas de fijación.

↑ **Figura 3.3.** Herramienta manual de corte y ajuste.

• **Herramientas de medición**

Las herramientas de medición se utilizan para realizar algún tipo de **medición de las cotas** de la carrocería. El metro o flexómetro, el calibre (figura 3.4), galgas de comprobación de holguras, las galgas de nivel y el compás de varas son herramientas de medición utilizadas por el chapista.

↑ **Figura 3.4.** Calibres.

De forma resumida, se establece el siguiente cuadro de clasificación de herramientas manuales en el puesto de reparación:

| HERRAMIENTAS MANUALES | | | |
|---|---|---|---|
| DE USO GENERAL | DE USO ESPECÍFICO | | |
| | De conformación | De medición | De corte y ajuste |
| • Juego de llaves (fijas, mixtas, articuladas, torx, allen, carraca de vaso)<br>• Juego de destornilladores<br>• Sacagrapas<br>• Alicates universales y de punta plana<br>• Juego de sacapasadores de puerta<br>• Otros útiles específicos | • Martillo de repasar<br>• Martillo de pena<br>• Lima de repasar<br>• Mazo (goma y madera)<br>• Juego de tases<br>• Juego de tranchas<br>• Juego de palancas<br>• Martillo de inercia<br>• Ventosa<br>• Kit de desabollar | • Metro o flexómetro<br>• Calibre<br>• Compás de varas<br>• Galgas<br>• Galgas de nivel<br>• Micrómetro<br>• Transpotador de ángulos<br>• Goniómetro<br>• Escuadras | • Kit de cinceles o cortafríos<br>• Granete<br>• *Cutter*<br>• Punta de trazar<br>• Sierras<br>• Alicate (universal y de corte)<br>• Cizalla<br>• Mordaza<br>• Tijeras de chapa<br>• Lima chapista<br>• Mordazas autoblocante<br>• Remachadora |

### Mantenimiento de herramientas manuales

Para conseguir un correcto mantenimiento de las herramientas manuales en el taller, es aconsejable seguir las siguientes pautas:

- Revisar periódicamente el estado de las herramientas (mangos, recubrimientos aislantes, afilado, etc.).
- Reparar las que estén defectuosas, si es posible, o desecharlas.
- Nunca deben hacerse reparaciones provisionales que puedan comportar riesgos en el trabajo.
- Las reparaciones deben hacerse, siempre que sea preciso, por personal especializado.

**Algunas recomendaciones**

Las herramientas de mano deberán estar en buenas condiciones y debidamente ajustadas. Además, deben ponerse fuera de servicio las herramientas con desperfectos que puedan mermar su fuerza o volverlas inseguras.

## 1.2. Herramientas de accionamiento motriz

El uso de herramientas de accionamiento motriz favorece la eficacia del operario, y con ellas se consigue mayor rapidez en los trabajos de reparación. Se puede realizar una clasificación dependiendo del tipo de accionamiento:

- Herramientas de accionamiento neumático.
- Herramientas de accionamiento eléctrico.

### Herramientas de accionamiento neumático

Estas herramientas utilizan la potencia suministrada por un compresor en forma de presión y caudal de aire. Funcionan bajo la **acción directa del flujo de aire comprimido** que, sometido a una presión determinada, puede accionar un pequeño rotor que acciona a su vez el útil específico o transmite la potencia por medio de pistones (figura 3.7). Entre ellas se encuentran:

→

↑ **Figura 3.5.** Operación de corte con sierra neumática.

↑ **Figura 3.6.** Despunteadora.

- **Sierra de vaivén**. Se utiliza para corte de chapa y aceros de no muy alto espesor (figura 3.5)
- **Pistola sacapuntos o despunteadora**. Desarrollada para quitar los puntos de soldadura con gran facilidad por medio de una broca con punto central para autocentrado y fresado perfecto (figura 3.6).
- **Lijadoras.** Dependiendo del movimiento que imprimen a la lija, pueden ser lijadoras rotativas, orbitales y rotorbitales.
- **Desmontalunas**. Herramienta oscilante para el corte del poliuretano de sellado de las lunas cuando esta se debe sustituir.
- **Amoladora**. Se utiliza para el desbarbe con muelas de diámetro pequeño o medio; utilizada en los trabajos de carrocería.
- **Desbarbadora.** Utilizada para trabajos donde se requiera alta agresividad de abrasión.
- **Esmeriladora.** Usada para la preparación y el lijado de soldadura y desbarbado.
- **Otros**. Bordonadora-sacabocados, remachadora, pinza soldadura por puntos, ventosa, *air puller*, taladro, kit cortafríos, roedora, cizalla, radial, etc.

↑ **Figura 3.7.** Herramienta de accionamiento neumático.

**Toma de tierra**

Todas las herramientas eléctricas deben estar doblemente aisladas o aterrizadas con un conductor de tierra.

↑ **Figura 3.8.** Herramientas de accionamiento eléctrico.

## Herramientas de accionamiento eléctrico

Estas herramientas realizan su función al recibir **energía de la red eléctrica** (figura 3.8). Algunas de ellas son:

- **Lijadora excéntrica.** Para el tratamiento de superficies; incorpora aspiración de polvo de lijado de masillas y trabajos de terminación.
- **Pulidora.** Se usa en los procesos de pulido y abrillantado.
- **Otros.** Pistola para adhesivo, taladro, soldador, aire caliente, equipo manual soldador por puntos de resistencia, etc.

## 1.3. Equipos auxiliares

Los equipos auxiliares son un conjunto de equipos empleados en las reparaciones que, en ocasiones, **no intervienen de forma directa**. A continuación se citan los más empleados:

- Equipos de soldadura.
- Equipos de enderezado.
- Equipos de uso general.

### Equipos de soldadura

Realizan los **procesos de unión permanente** de dos o más piezas, asegurando la continuidad de material entre ellas y manteniendo las características mecánicas y metalúrgicas iniciales. La soldadura puede ser:

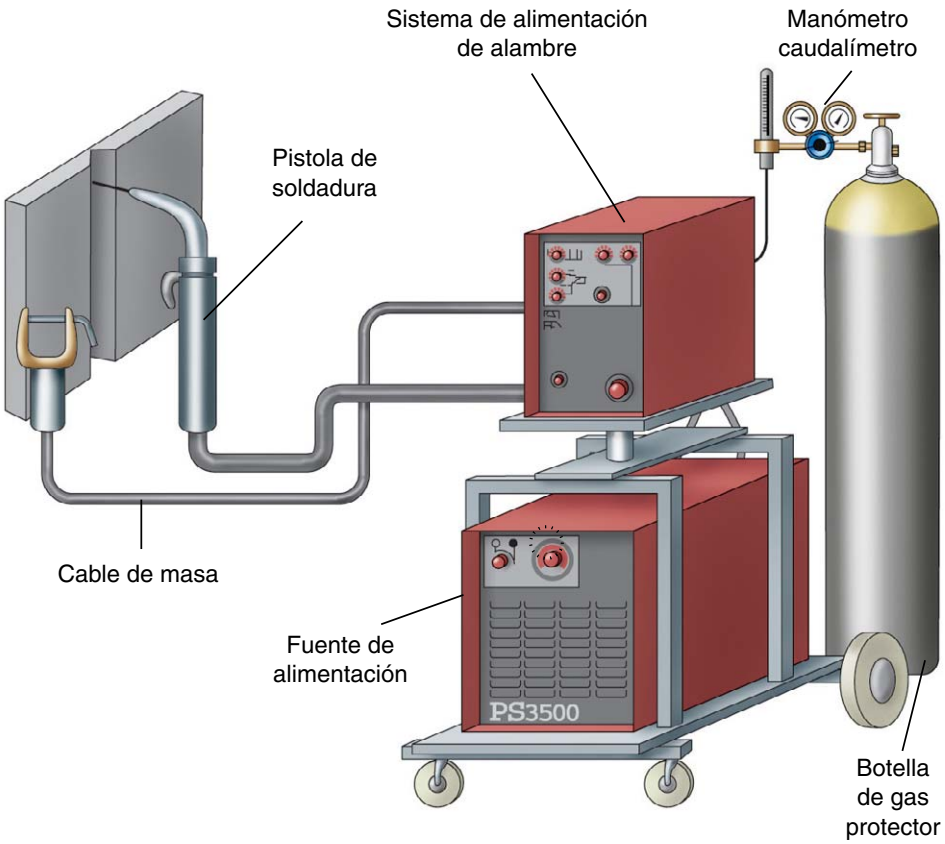
- **Soldadura oxiacetilénica.** Está formada por dos botellas móviles que contienen el combustible (acetileno) y el comburente (oxígeno). Otros elementos principales que intervienen en el proceso de soldadura oxiacetilénica son los manorreductores, el soplete, las válvulas antirretroceso y las mangueras (figura 3.9). Actualmente este tipo de soldadura se emplea en casos de reparación muy aislados.
- **Soldadura por arco eléctrico bajo gas protector.** La energía calorífica necesaria es proporcionada por un arco eléctrico que se produce entre el electrodo (hilo consumible) y las piezas a unir. La zona de fusión se protege con un gas para evitar la oxidación de los metales al contacto con el oxígeno del aire ambiente, además de estabilizar el arco eléctrico. Este tipo de soldadura se puede clasificar según el gas protector utilizado:
  - **TIG**. Soldadura en atmósfera de gas inerte que se compone de un electrodo de tungsteno no consumible (figura 3.10). Es una soldadura lenta al tenerse que aplicar manualmente el material de aportación.

↑ **Figura 3.9.** Soldadura oxiacetilénica.

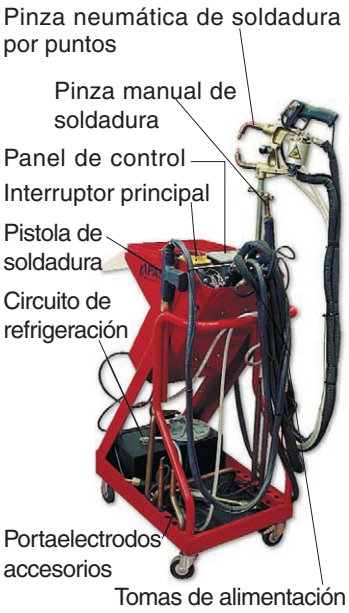
↑ **Figura 3.10.** Soldadura TIG.

→

– **MIG-MAG**. El uso de soldadura MIG-MAG es cada vez más frecuente, siendo en la actualidad el método más utilizado, debido entre otras cosas a su elevada productividad y a la facilidad de automatización (figura 3.11). Podemos afirmar que la flexibilidad es la característica más destacada del método MIG-MAG, ya que permite soldar aceros de baja aleación, aceros inoxidables, aluminio y cobre en espesores a partir de los 0,5 mm y en todas las posiciones. El sistema MIG es una soldadura en atmósfera de gas inerte (argón), y MAG, en atmósfera de gas activo ($CO_2$). En ambos casos el electrodo se funde para rellenar la unión. Además, MIG-MAG es un método limpio y compatible con todas las medidas de protección del medio ambiente.

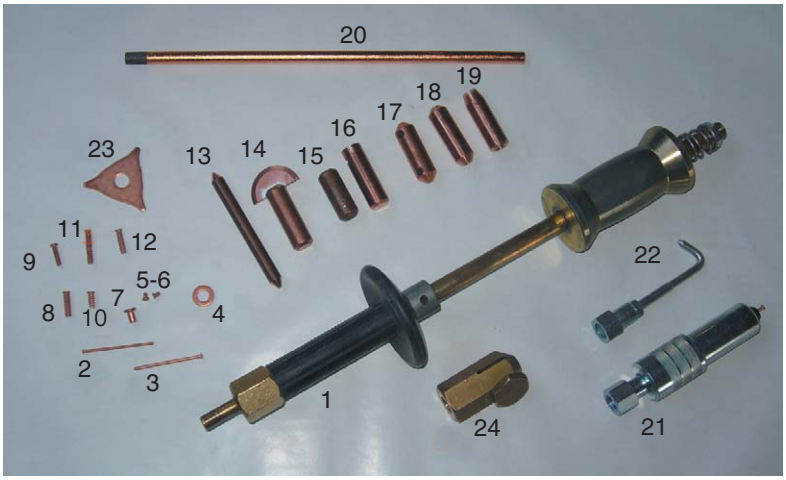



↑ **Figura 3.11.** Equipo de soldadura MIG-MAG.




↑ **Figura 3.12.** Equipo de soldadura por puntos.

- **Soldadura por puntos de resistencia**. Es un proceso en el que dos piezas de metal se unen en puntos localizados al hacer pasar una gran corriente eléctrica a través de ellas. Esto produce un calentamiento en los puntos de unión debido al calor generado por la resistencia que ofrece al paso de la corriente. Se compone de un sistema de regulación eléctrica y pistola portaelectrodos. Este sistema es el más empleado en la construcción de carrocerías del automóvil (figura 3.12).
- **Equipo reparación multifunción.** Son máquinas semiautomáticas multifunción de regulación electrónica que permiten afinar mucho más los parámetros de soldadura en la reparación de carrocerías. El equipo se completa con una serie de accesorios y recambios para soldadura compuesta principalmente por martillo de inercia, pistola completa, caja de accesorios y cable de masa (figura 3.13).




1. Martillo de inercia
2-3. Clavos
4. Arandelas
5-6-7. Tetones
8-9. Tornillos
10-11-12. Remaches
13. Electrodos
14. Electrodo de medialuna
15. Electrodo de ventosas o aplanado
16. Electrodo con unión para arandelas
17. Electrodo con unión para tornillos
18. Electrodo con unión para clavos
19. Electrodo con unión para remaches
20. Lápiz de carbón
21. Terminal para sujetar clavos
22. Gancho para acoplar arandelas
23. Estrellas o arandela especial
24. Terminal para estrellas

↑ **Figura 3.13.** Equipo multifunción y accesorios.

- **Soldadura blanda**. Se conoce también como proceso de estañado y una de sus aplicaciones es igualar y mejorar el acabado estético de las soldaduras previamente hechas por otros medios. Utiliza como fuente de calor para fundir el material de aportación (estaño más plomo) un soplete de butano. Principalmente se usa en trabajos de sustitución por sección parcial.

## Equipos de enderezado

El equipo de enderezado se utiliza para la **corrección de las deformaciones** sufridas en la estructura de la carrocería de un vehículo tras un siniestro. Permiten verificar las cotas originales, supervisar las holguras y separaciones de los paneles exteriores y realizar estirajes controlados para devolver la carrocería a sus dimensiones originales. Podemos distinguir:

- **Bancada y accesorios**. Tiene como objetivo la **reparación de la carrocería del automóvil,** y sus funciones principales son las de fijación de la carrocería, verificación y medida de la misma, estiramiento y reparación. Los más empleados son las escuadras, las columnas y los arietes.
- **Hidráulicos y accesorios.** Son elementos especialmente indicados para **encoger y estirar** durante la reparación de la carrocería, como pueden ser gatos hidráulicos manuales o neumáticos, bombas, enchufes, etc. (figura 3.14). Las características de estos equipos permiten realizar empujes y estiramientos en los huecos de las carrocerías que no se pueden hacer de forma manual, evitando las sustituciones en ciertas zonas de la carrocería.

↑ **Figura 3.14.** Kit hidraúlico.

→

↑ **Figura 3.15.** Alineador de faros.

## Equipos de uso general

De entre todos ellos podemos destacar los siguientes:

- **Brazo aéreo articulado.** Son equipos de aspiración que, además, están equipados con centralitas electroneumáticas de 220-380 V.
- **Soportes o caballetes**. Para apoyo y sujeción de piezas. Son cómodos y funcionales, ocupando mínimos espacios por sus características de recogido.
- **Carros portapiezas**. En ellos se depositan las piezas desmontadas de los vehículos de forma metódica mientras se produce la reparación, permitiendo tener el taller limpio y ordenado.
- **Alineadores de faros**. Contienen un espejo y una lente de precisión que permiten alinear el alumbrado de cualquier tipo de vehículo (figura 3.15).
- **Elevadores**. Los hay de diferentes tipos, y facilitan los trabajos en múltiples reparaciones (figura 3.16).
- **Carros de chapista**. Están dotados de las herramientas necesarias para realizar las operaciones de reparación.

↑ **Figura 3.16.** Elvador de dos columnas.

# 2. Herramientas y equipos en el taller de pintura

Las operaciones de trabajo a realizar en el área de pintura requieren de equipos, herramientas y útiles específicos que contribuyan a reducir los **tiempos de reparación** y a que el pintor trabaje de forma **cómoda, eficaz y con un alto nivel de calidad** (figura 3.17).

Podemos distinguir herramientas y equipos de uso individual o de uso general dentro del área de pintura.

↑ **Figura 3.17.** Aplicación con pistola.

## 2.1. De uso individual

- **Pistola aerográfica**. Es un **equipo fundamental** en cualquier taller de repintado de vehículos, y es el principal instrumento de trabajo de los pintores; por tanto, se debe cuidar con el mayor esmero. La necesidad de un mantenimiento constante, una perfecta limpieza después de cada utilización y el cuidado con que deben ser tratados los elementos de que consta, son imprescindibles para conseguir la calidad deseada en los trabajos de repintado.

  El paso de aire comprimido por la parte interna de la pistola hace que arrastre la pintura de su depósito de carga. Este depósito de pintura puede encontrarse en la parte superior de la pistola, y se llama **pistola aerográfica de gravedad,** o por el contrario, en la parte inferior, **pistola aerográfica de succión** (figura 3.18). Se utiliza para conseguir acabados perfectos y de alto brillo con barnices, lacas, pinturas al agua, metalizados, etc.
- **Taco de lijado.** Es un accesorio que permite hacer menos tediosa la labor de lijado. En él podemos acoplar la lija que no solo facilitará el trabajo sino que también prolongará la vida de la propia lija.
- **Pistola antigravilla**. Pistola destinada a la aplicación de protectores antigravillas para carrocerías y ceras protectoras.
- **Lector microfichas**. Es una herramienta de trabajo que, junto con el juego de fichas y patrones de color, permite obtener información de colorimetría.

1. Pistola de gravedad

2. Pistola de succión

↑ **Figura 3.18.** Pistolas de aplicación.

→

Actualmente está siendo sustituido por una información insertada en equipos informáticos mucho más amplia y detallada.

- **Balanza de precisión**. Se utiliza para realizar con toda exactitud las mezclas de colores de pintura (figura 3.19).
- **Otros**. Pistola de aplicación de masillas, ordenador de mezclas, espátulas, sopladores de aire, reglas de mezcla, filtros para pintura, pistola de soplado.

↑ **Figura 3.19.** Balanza de precisión.

## 2.2. De uso general

- **Lavapistolas.** Es un recinto de limpieza totalmente estanco que mantiene en perfecto estado los útiles del pintor sin necesidad de pérdidas de tiempo.
- **Máquina de mezclas**. Tiene la función de dosificar y agitar la pintura de los diferentes botes de pintura.
- **Reciclador de disolvente.** Produce un gran ahorro de producto y reduce al mínimo los residuos (figura 3.20).
- **Prensa de papel, envases y filtros**. Son siempre necesarios para la reducción de espacio, y muy rentables a la hora de la recogida del material desechable.
- **Dispensador de disolvente**. Soporte diseñado para que resulte cómodo el vaciado de bidones y garrafas de gran contenido que supone gran esfuerzo trasvasar a recipientes más pequeños.
- **Carros portátiles de infrarrojos**. Los infrarrojos son ideales para servicios rápidos de carrocería y para aumentar la capacidad productiva de todo tipo de talleres. La mayoría de las reparaciones efectuadas en talleres corresponden a golpes pequeños y medianos, fundamentalmente en las partes delanteras, traseras y laterales. Tradicionalmente se usa la cabina para el secado de estas pequeñas superficies de la carrocería, pudiendo provocar problemas de cuello de botella en situaciones de gran flujo de trabajo. A diferencia de las cabinas, los secadores de infrarrojos demuestran su mayor eficacia sobre zonas pequeñas de la carrocería ya que permiten aplicar calor directamente sobre la pieza tratada.
- **Otros.** Cabina de pintura, box de pintura, maletín de aerografía, carro portapapel, lija y plástico.

↑ **Figura 3.20.** Reciclador de disolventes.

- Las páginas www.sata.com/es y www.sagola.es ofrecen una amplía gama de productos utilizados en el área de pintura.

# 3. Equipamientos mínimos en el taller de chapa y pintura

A continuación se relaciona el equipamiento mínimo necesario según el **Real Decreto 1457/1986 de enero** en las especialidades de carrocería y pintura:

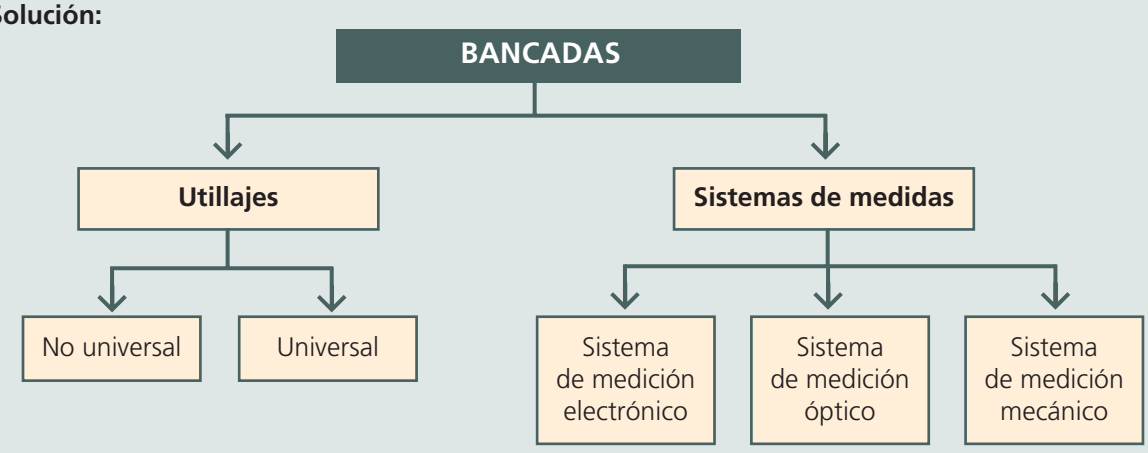
| EQUIPAMIENTO MÍNIMO NECESARIO EN UN TALLER | |
|---|---|
| **CARROCERÍA** | **PINTURA** |
| • Equipo completo para reparaciones de chapa (estirador o bancada, con su utillaje auxiliar)<br>• Equipo para soldadura eléctrica autógena y por puntos<br>• Electroesmeriladora.<br>• Pistola para la aplicación de pasta dura<br>• Juego de útiles<br>• Herramientas manuales<br>• Material complementario | • Equipo de pintura a pistola<br>• Cabina o recinto acondicionado para pintar<br>• Pistola para la aplicación de pastas duras<br>• Juego de útiles de pintura<br>• Espátulas<br>• Material complementario |

Sin embargo, para llevar a cabo las tareas de reparación en las mejores condiciones que garanticen una correcta reparación y una máxima fiabilidad, es indispensable ampliar el equipamiento mínimo obligatorio que marca la ley, dotando al profesional de herramientas, equipos y accesorios muy variados que se encuentren en perfectas condiciones de uso. Se puede clasificar el equipamiento que debe contar un taller en función del área o zona de trabajo donde se vayan a utilizar.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

**Haz una clasificación de bancadas en función de su funcionalidad, diferenciando utillajes y sistemas de medida.**

**Solución:**




→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

- 1. Cita algunas de las operaciones que se realizan en un taller de carrocería.
- 2. ¿Cómo se pueden definir las herramientas manuales?
- 3. ¿Cuál es el objetivo principal de las herramientas manuales de conformación?
- 4. ¿Cómo funcionan las herramientas de accionamiento neumático?
- 5. ¿Qué función principal realizan los equipos de soldadura?
- 6. ¿Cómo está constituido un equipo de soldadura oxiacetilénico?
- 7. ¿Qué diferencia principal existe entre las soldaduras MIG y MAG?
- 8. ¿Cómo se produce la soldadura por puntos de resistencia?
- 9. ¿Qué objetivos y funciones tiene una bancada de reparación?
- 10. ¿Qué dos tipos de pistolas aerográficas existen según la posición de su depósito?
- 11. ¿Por qué se utilizan los carros portátiles infrarrojos?
- 12. ¿Cuál es el mantenimiento principal que se le debe dar a las pistolas de pintado de vehículo?

## DE TALLER

- 1. Identifica y clasifica las herramientas y equipos básicos del chapista.
- 2. Identifica las herramientas y equipos de la zona de pintura según el uso individual y general.
- 3. Maneja la información de colorimetría mediante el lector de microfichas.

# PARA **PRACTICAR**

## Operaciones más importantes en carrocería

### HERRAMIENTAS

- Diferentes partes de un vehículo

### MATERIAL

- Lijadora
- Bancada
- Pistola
- Aplicación de pintura
- Adhesivos
- Soldadura
- Despunteadora

### OBJETIVO

Conocer las herramientas que requieren mayor destreza en su manejo para obtener un buen trabajo de reparación.

### DESARROLLO

**1.** Se conforma la chapa mediante la utilización de herramientas pasivas, martillo de acabao y tas.

**2.** Se eliminan los puntos de soldadura en las chapas gruesas y profundas buscando una mayor comodidad de trabajo. Las brocas están fabricadas de un modo especial, lo que garantiza elevada durabilidad.

**3.** Se lija mediante lijadora rotativa (que trabaja de forma muy agresiva y rápida siendo ideal para trabajos pesados); esta se usa en el decapado de pinturas y en la limpieza de la corrosión.

↑ Trabajo de conformación.

↑ Lijado de masilla.

↑ Lijado de la chapa.

**4.** Se suelda la pieza de aluminio mediante equipo MIG, evitando que se produzca con mayor facilidad deformaciones y fisuras en la zona dañada.

**5.** Se aplican imprimaciones y aparejos mediante pistola de gravedad , tanto para grandes superficies a cubrir, como en pequeñas reparaciones.

**6.** Se produce el estiraje de la carrocería siniestrada. La dirección de la cadena se determina con el punto de apoyo del cilindro y con la longitud de este.

↑ Trabajo con equipo multifunción.

↑ Pintado de vehículo.

↑ Trabajo en bancada.

→

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** ¿Cuál de los siguientes grupos de equipos o herramientas no se considera como manual?

a) De soldadura.
b) De medición.
c) De conformación.
d) De corte y ajuste.

**2** Las herramientas de conformación están destinadas a:

a) Montaje y desmontaje de accesorios.
b) Corte de la chapa.
c) Dar forma a la chapa.
d) Medir deformaciones.

**3** ¿Cuál de las siguientes herramientas manuales es de ajuste?

a) Compás de varas.
b) Mordaza autoblocante.
c) Ventosa.
d) Juego de sacapasadores.

**4** La sierra de vaivén se utiliza para trabajos de:

a) Corte de chapa de alto espesor.
b) Corte de chapa de bajo espesor.
c) Desbarbe de la chapa.
d) Corte de plásticos de bajo espesor.

**5** ¿Cuál de los siguientes tipos de soldadura trabaja en condiciones de atmósfera de gas inerte?

a) MAG.
b) Oxiacetilénica.
c) MIG.
d) TIG.

**6** ¿Qué material de aportación utiliza la soldadura blanda?

a) Cobre.
b) Estaño.
c) Plomo.
d) Estaño-plomo.

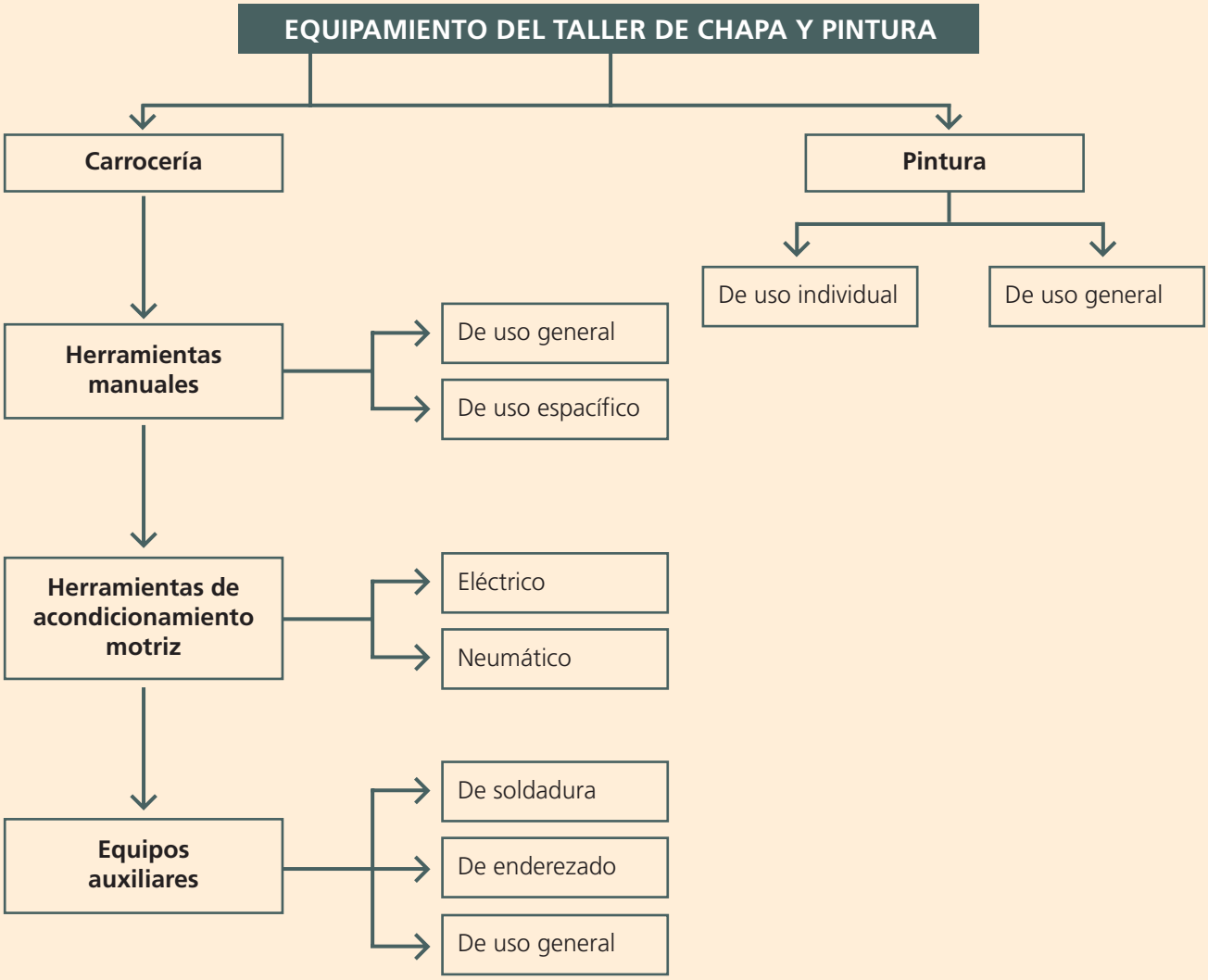
**7** ¿Cuál de las siguientes funciones no realizan en una carrocería una bancada y sus accesorios?

a) Verificación.
b) Conformado.
c) Estiramiento.
d) Encoger.

**8** ¿Qué dos tipos de pistolas aerográficas nos podemos encontrar según la colocación del depósito de pintura?

a) De succión y gravedad.
b) De gravedad y Venturi.
c) De absorción y gravedad.
d) De absorción y Venturi.

# EN **RESUMEN**




# **AMPLÍA** CON…

- *Revista Nuestros Talleres.*
- *Revista CESVIMAP* nº 44.
- *Revista CESVIMAP* nº 36.

- www.sata.com
- www.sagola.com
- www.spanesi.com
- www.rogen.es

→

# MUNDO DEL AUTOMÓVIL

## Herramientas básicas del tuning

Las llaves de mano son las herramientas más corrientes y necesarias para hacer cualquier tipo de innovación en el coche.

Algunos fabricantes colocan sistemas particulares que solamente pueden ser manipulados con unas herramientas muy especiales que no están al alcance de los aficionados y sólo de algunos mecánicos.

Su función es muy conocida como barra rígida que se suele utilizar como palanca en los dos extremos o en uno de ellos, para fijarse en la cabeza de los tornillos o las tuercas. Hay varios modelos, y el aficionado al tuning debe disponer de un juego completo donde estén los diferentes tipos para cada una de las actividades que se van a llevar a cabo. Algunas de estas llaves son, por ejemplo, las **fijas,** que disponen de bocas de diferentes tamaños para aplicarse a distintos tipos de tornillos o tuercas. Por otro lado están las llaves **estrella,** que tiene un campo bastante amplio de utilización. La cabeza de estas tiene un agujero con un tallado interno en doce aristas que tienen la virtud de acoplarse a las tuercas o tornillos con una gran seguridad. Resulta uno de los mejores utensilios porque afecta poco al hexágono de la cabeza de los tornillos. Otro tipo, muy parecido al anterior, son las llaves **vaso,** donde las piezas de boca están separadas del mango; esta característica las hacen ser muy útiles, extremadamente prácticas y rápidas a la hora de trabajar. Otra variedad de llave muy recomendable es la denominada de tubo. Este tipo de herramienta permite la extracción o montaje de tuercas que se encuentran en lugares complicados, a los que es muy difícil acceder con las otras llaves. Este tipo de llave tubo necesita la ayuda de la llave fija para, una vez se ha aplicado sobre el tornillo, hacerla girar. Se debe colocar una fija de la misma medida que el hexágono de su cuerpo. En el caso de utilizar tornillos especiales llamados de tipo **Allen,** que se emplean para algunos motores, conviene tener un juego de llaves de ese nombre para esos mismos tornillos. Aparte de todas las anteriores, se pueden tener herramientas no tan habituales, como la llave especial para el desmontaje de un racord de sujeción de un tubo; también la denominada **Stillson,** con la que se pueden conseguir grandes aberturas de boca y seguridad a la hora de sujetar las tuercas de gran tamaño; las llaves **ajustables,** muy utilizadas por los aficionados pero que tiene el peligro de estropear el hexágono de tornillos y tuercas. Algunos fabricantes colocan sistemas particulares que solamente pueden ser manipulados con unas herramientas muy especiales que no están al alcance de los aficionados y de algunos mecánicos. Únicamente podrán desmontar estas partes los que dispongan de los medios adecuados. Aparte de estas llaves y destornilladores, para completar una caja perfecta de herramientas y estar preparado para la actividad de tuning sin contratiempos, se puede contar con unos simples **alicates,** que pueden venir muy bien en las operaciones de desmontaje; también puede resultar recomendable un **tornillo de banco,** con el que se pueden fijar piezas para trabajar en ellas, ajustarlas y repararlas, etc.

www. portalmundos.com/mundomotormania.
Mayo de 2005

# Nuevos infrarrojos SAGOLA

La rapidez de entrega de los vehículos se ha convertido en una necesidad para el taller de chapa y pintura de cara a rentabilizar su negocio y poder competir con los ya numerosos talleres de reparación rápida. Esta es la razón por la que SAGOLA ha decidido lanzar al mercado una completa gama de secadores infrarrojos capaz de cubrir todas las necesidades de secado.

### Rentabilidad de uso

Teniendo en cuenta que la mayor parte de las reparaciones efectuadas en talleres corresponden a golpes pequeños y medianos, los secadores de infrarrojos son un complemento necesario para mejorar la productividad, aumentando la rotación de vehículos a reparar.

Los secadores de infrarrojos, a diferencia de las cabinas, demuestran su mayor eficacia sobre zonas pequeñas de la carrocería, ya que permiten aplicar calor directamente sobre la pieza tratada. Con ellos, podemos conseguir un ahorro importante de tiempo y energía, evitando el uso de la cabina de pintura para el secado de piezas pequeñas.

### Tiempos de secado

Los sistemas de infrarrojos pueden emitir diferentes tipos de onda: larga, media y corta. La diferencia fundamental entre ellos es la profundidad de penetración a través de la película de pintura, siendo la onda corta la que alcanza mayor penetración. Los equipos SAGOLA utilizan este tipo de onda (onda corta), ya que reduce tanto el consumo energético como el tiempo de secado. El secado por infrarrojos de cualquier tipo de pintura acorta, como mínimo en un 50%, los tiempos con respecto a la cabina.

Por ejemplo, un aparejo que en cabina tarda en secarse entre 30 y 45 minutos, con un equipo de infrarrojos SAGOLA estaría listo en unos 10 minutos.

### Gama de modelos

La gama SAGOLA se compone de siete modelos diferentes que van desde equipos móviles con distinto número de lámparas hasta infrarrojos para instalar sobre raíles.

Disponible en versión analógica y digital, incorporarán el sistema de detección de proximidad (PDS) que, junto a un sencillo panel de control digital, hacen que la utilización de los equipos sea sencilla y segura. Además, el encendido de las pantallas es independiente, por lo que sólo tenemos que utilizar la energía que realmente necesitamos en cada momento. Estos equipos son capaces de cubrir cualquier parte de la carrocería.

Los equipos móviles, por su facilidad de desplazamiento, pueden ser usados en cualquier parte del taller.

Equipos más pequeños, ideales para procesos de reparación rápida y preparación, están recomendados para talleres con poco espacio, y son regulables en altura.

El Industrial Station es el modelo instalado en una cabina, sobre raíles, en los laterales o en el techo, y adaptable a todos los espacios. Ofrece gran flexibilidad de uso, puesto que puede cubrir uno o varios puestos de trabajo.

*Revista Técnica Centro Zaragoza.*
*Marzo de 2005*

# 4

# Normas de seguridad e higiene en el taller de carrocería

## para empezar...

El sector de la automoción, y en particular el de la reparación de carrocerías, es una de las industrias más importantes en nuestro país. Existen numerosos talleres en cualquier núcleo urbano, ocupando a un gran número de trabajadores. Estos, a la hora de realizar las tareas de los procesos de reparación, corren una serie de riesgos laborales, que tanto el trabajador como el empresario tienen la obligación de prevenir.

Además, una gestión inadecuada de la higiene puede provocar importantes daños personales en los trabajadores e impactos medioambientales relacionados con la generación de residuos peligrosos, la contaminación atmosférica o la emisión de ruidos. Para evitar estos impactos es necesario que los profesionales de la automoción conozcan su actividad profesional, los daños que esta puede provocar al entorno y las buenas prácticas que deben seguir a la hora de realizar su trabajo.

## qué sabes de...

1. ¿Qué diferencia existe entre accidente laboral y enfermedad profesional?
2. ¿Cómo se pueden prevenir los accidentes?
3. ¿Qué personas deben intervenir cuando hablamos de prevención de accidentes en una empresa?
4. ¿Qué principales equipos de protección individual se usan en un taller de carrocería?
5. ¿Qué se entiende por gestión medioambiental?

## ... vamos a conocer

1. Seguridad e higiene en el trabajo
2. El lugar de trabajo
3. Legislación básica en prevención de riesgos laborales
4. Equipos de protección individual
5. Riesgos más comunes en el taller de carrocería
6. Gestión medioambiental

PARA **PRACTICAR**

Seguridad en el área de pintura

## y al finalizar...

- Conocerás los conceptos más importantes de la seguridad e higiene en el trabajo.
- Diferenciarás la utilidad de los distintos equipos de protección individual.
- Conocerás los riesgos derivados de la actividad en el taller de carrocería.

# 1. Seguridad e higiene en el trabajo

La seguridad e higiene en el trabajo es el resultado de una actividad que tiende a prevenir los **accidentes y las enfermedades profesionales** (seguridad industrial), y que, dentro del funcionamiento de un taller, debe formar parte de su estrategia competitiva. Las causas que justifican esta concepción son de diversa índole, si bien existe unanimidad entre todos los sectores para agruparlas en razones de **imperativo legal**, como la Constitución Española, la legislación de la Unión Europea, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), etc., y en razones de tipo **económico y social**.

Todo accidente proviene de **actos peligrosos** (figura 4.1) que dependen del factor humano y de **condiciones inseguras** en el puesto de trabajo, derivadas del **factor técnico.** Por lo general, las causas que originan los accidentes son las siguientes:

**CAUSAS DE ACCIDENTES**

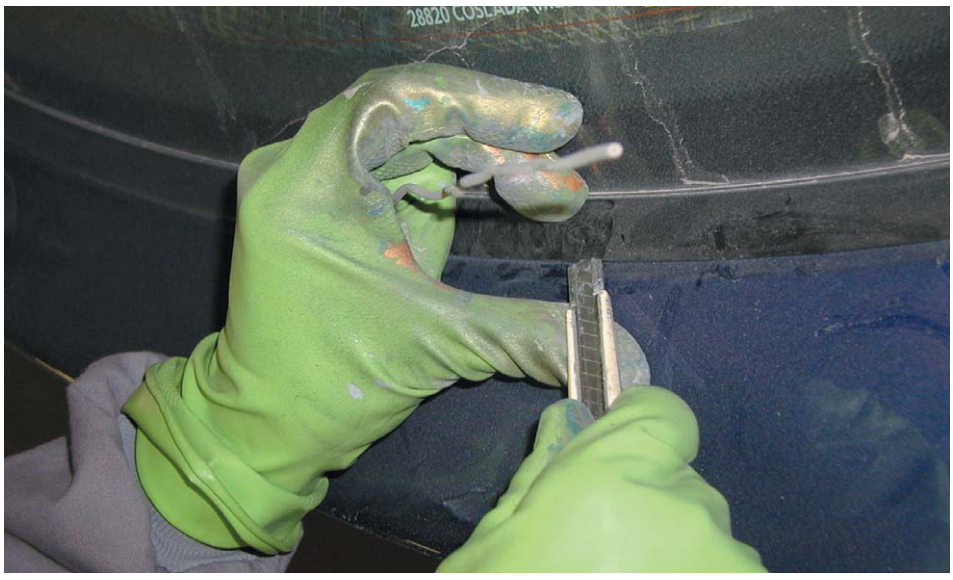
**Actos peligrosos**

- No utilizar los dispositivos de seguridad o prendas de protección
- Utilizar instrumental inadecuado o hacerlo indebidamente
- Trabajar próximo a equipos en movimiento, instalaciones eléctricas, etc

**Condiciones inseguras**

- Falta de protección y dispositivos de seguridad inadecuados
- Protecciones inadecuadas o defectuosas
- Herramientas y equipos en mal estado
- Instalaciones mal concebidas
- Mala ordenación del proceso de trabajo
- Medio ambiente inapropiado

Entre los peligros que se presentan en el trabajo, existen hechos imprevistos, cuyos resultados son inmediatos, de acción generalmente mecánica o traumática, y que reciben el nombre de **accidentes laborales**.



↑ **Figura 4.1.** Acto peligroso. Utilización de material inadecuado.

Según la Real Academia Española un **accidente de trabajo** es *Toda lesión corporal que el operario sufre como consecuencia del trabajo efectuado por cuenta ajena*. Se caracteriza porque se presenta de forma inesperada y causa una lesión de tipo traumático y de carácter instantáneo. En seguridad industrial, cualquier causa o acontecimiento que interrumpe el proceso ordenado de la actividad laboral representa un accidente.

La **enfermedad profesional** se define como una manifestación gradual y lenta del resultado de una acción constante sobre el individuo, al estar expuesto a las condiciones en las que se desarrolla su trabajo.

Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales son estudiadas dentro de la seguridad industrial como dos conceptos diferentes que, aunque encaminados a un fin común, siguen caminos independientes, como son:

- Prevención de accidentes.
- Higiene industrial.

Un **riesgo laboral** es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo (figura 4.2). A la hora de valorar un riesgo debemos tener en cuenta dos factores:

- **Probabilidad.** La posibilidad de que ocurra un hecho.
- **Gravedad.** El impacto que tiene sobre la persona.

La **prevención de accidentes** consiste en actuar sobre el individuo para eliminar hábitos profesionales inadecuados o erróneos, y propiciar que los talleres tengan un conjunto de actividades adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa, con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

La **higiene industrial** se dedica a velar para que la enfermedad profesional no se produzca.

En toda comunidad desarrollada la seguridad es un bien común; en este punto forzosamente tienen que coincidir los **intereses de los trabajadores y los empresarios.** Desde esta perspectiva, la normativa vigente afecta tanto a unos como a otros teniendo ambas partes la obligación de colaborar.

↑ **Figura 4.2.** Riesgo de accidente por falta de protección.

**¿Quién lleva a la práctica la prevención?**

La prevención la hacemos todos

→

# 2. El lugar de trabajo

**La salud y la OMS**

No se debe entender la salud como el mero hecho de no tener ninguna enfermedad, ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS), define salud como el estado de bienestar físico, mental y social completo.

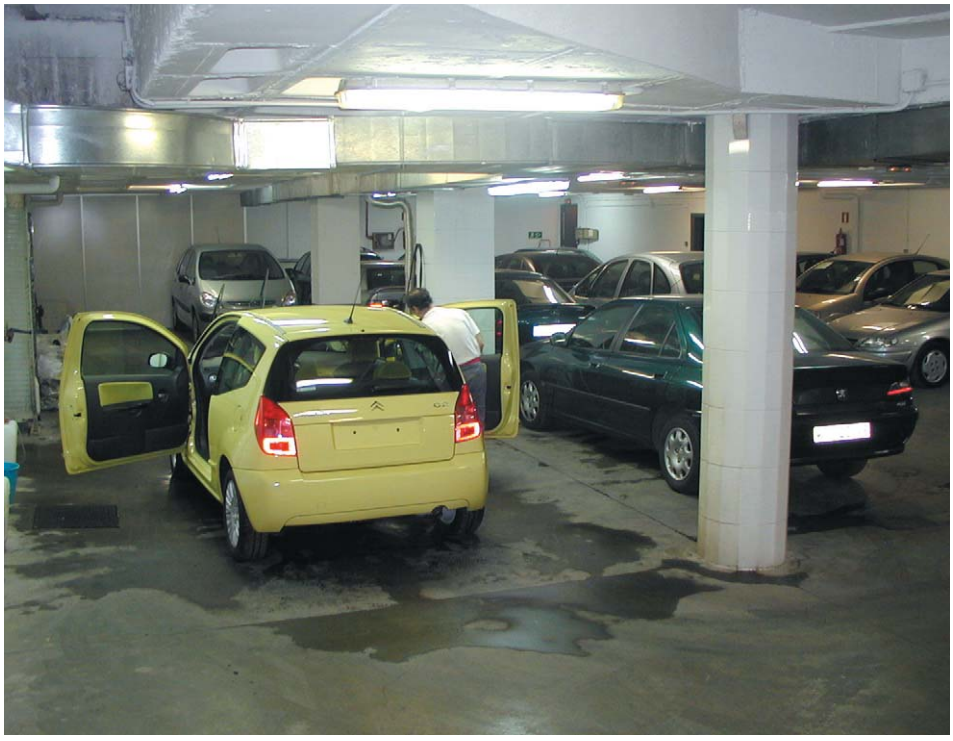
Se define lugar de trabajo como las **zonas del centro de trabajo**, edificadas o no, en las que permanecen los trabajadores o por las que acceden en razón de su trabajo. Las condiciones del espacio y del ámbito de trabajo en los que se desarrolla toda actividad laboral, además de afectar a la comodidad y al confort de las personas en su puesto de trabajo, influyen directamente en la prevención de los accidentes.

Si el trabajo no se realiza en las debidas condiciones (figura 4.3) los riesgos más comunes relacionados con los espacios de trabajo son:

- Caídas a distinto y al mismo nivel (suelos resbaladizos, alumbrado deficiente, obstrucciones, aberturas, etc.).
- Choques contra objetos inmóviles (máquinas muy próximas, materiales mal almacenados o fuera de sitio, etc.).
- Atropellos y golpes por vehículos en movimiento circulando por zonas inadecuadas.
- Choque contra objetos móviles (órganos de máquinas que invadan zonas de paso o trabajo).
- Pisadas sobre objetos fuera de sitio.

Normas para hacer más seguro el lugar de trabajo:

- Pasillos y maquinaria perfectamente delimitados y señalizados.
- Orden y limpieza. Un sitio para cada cosa, cada cosa en su sitio.
- Espacio suficiente en el puesto de trabajo, tanto para el trabajador como para sus herramientas.



↑ **Figura 4.3.** Lugar de trabajo.

# 3. Legislación básica en prevención de riesgos laborales

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) del 10 de noviembre de 1995 afecta a todas las empresas acogidas en la Seguridad Social, y su finalidad es **velar por el cumplimiento de unas normas establecidas** a tal fin para prevenir accidentes y enfermedades laborales, lográndose con ello unas mejores condiciones de seguridad y bienestar en los centros y puestos de trabajo. Esta ley señala qué personas han de intervenir en la prevención de riegos laborales en las empresas (figura 4.4), así como los derechos y obligaciones de cada una de ellas. Estas personas son las siguientes:

- Autoridad laboral
- Empresario
- Trabajadores

La participación de **empresarios y trabajadores**, a través de las organizaciones empresariales y sindicales en la planificación, programación, organización y control de la gestión relacionada con la mejora de las condiciones de trabajo y la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, es un principio básico de la política de prevención de riesgos laborales a desarrollar por las **Administraciones Públicas** en los distintos niveles territoriales.

↑ **Figura 4.4.** Responsables en la prevención.

## 3.1. Autoridad laboral

Las Administraciones Públicas tienen competencias en materia laboral en las siguientes actuaciones:

- **Promover** la prevención por medio de la información, la formación y la investigación.
- **Velar** por el cumplimiento de la normativa mediante actuaciones de vigilancia y control.
- **Sancionar** el incumplimiento de la normativa.

En la página oficial del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales www.mtas.es/insht/legislation puedes encontrar las guías técnicas orientativas para interpretar la ley de prevención de riesgos laborales.

La página www.prevencion.riesgos.laborales.com recoge información sobre noticias, estadísticas y recursos sobre la prevención de riesgos laborales.

→

## 3.2. Los trabajadores

Entramos en una cuestión de suma importancia para nuestros intereses como futuros profesionales de la reparación de automóviles: el conocimiento de nuestros derechos y obligaciones en cuestión de prevención de riesgos (figura 4.5).

| DERECHOS |
| --- |
| • Ser informados y formados en materia preventiva. |
| • Ser consultados y participar en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos. |
| • Poder interrumpir la actividad en caso de riesgo grave e inminente. |
| • Superar un reconocimiento médico para controlar el estado de su salud. |
| **OBLIGACIONES** |
| • Cuidar los equipos, herramientas y medios puestos a su disposición en el trabajo. |
| • Colaborar en las acciones preventivas, señalando aquellos riesgos que puedan afectar a la seguridad y salud, tanto suya como de sus compañeros. |
| • Cooperar con el empresario para que este pueda garantizar unas condiciones de trabajo seguras y que no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores. |

## 3.3. El empresario

↑ **Figura 4.5.** Trabajadores.

El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que no entrañe ningún riesgo.
- Planificar la prevención.
- Adoptar las medidas de protección colectiva antes que individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**1.** Elige un taller de reparación de vehículos y analiza los trabajos de prevención que realizan las personas encargadas según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

# 4. Equipos de protección individual

El empresario tiene el deber de proporcionar a los trabajadores, cuando sean necesarios, los Equipos de Protección Individual **(EPI)** adecuados a la actividad que realizan; es decir, únicamente en aquellos casos en los que existan riesgos que no se puedan evitar o limitar suficientemente mediante medidas técnicas u organizativas, de forma que estos equipos garanticen la **seguridad y salud de los trabajadores** al utilizarlos.

Un **equipo de protección individual** es cualquier equipo, complemento o accesorio, destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud.

Las características de las prendas de protección personal se deben elegir en función de las condiciones del trabajo a desarrollar, y deberán cumplir los siguientes requisitos esenciales:

- Proteger contra el riesgo.
- No generar nuevos riesgos.
- No dificultar el trabajo.
- Adaptarse a cada persona.
- Ser cómodos.
- Deben ser fáciles de poner y quitar.

A continuación se clasifican algunos elementos de protección imprescindibles en el área de carrocería:

- **Protección de la cara**
  - **Pantalla** contra la proyección de partículas físicas.
  - **Careta de soldar.** Proporciona máxima seguridad contra rayos infrarrojos y ultravioleta, y alta protección frente a las proyecciones de chispas y calor.
- **Protección de la vista**
  - **Gafas de seguridad** contra impacto de partículas, acción de humos y polvos, salpicadura de líquidos, gases irritables, radiaciones peligrosas, etc.
  - **Gafas para soldar.** De elevada refracción, protegen de los rayos ultravioleta e infrarrojos.
  - **Gafas de protección regulables.** Ofrecen seguridad contra polvo grueso y líquidos que gotean o salpican. Se usan en zonas de carrocería y mecánica.
- **Protección del oído**
  - **Cascos atenuadores.** Se utilizan mientras se hacen trabajos momentáneos que produzcan ruidos de elevada intensidad.
  - **Tapones antirruido.** Se usan en trabajos donde existan ruidos continuos de mediana intensidad. Se pueden encontrar tapones desechables.
  - **Cascos antirruido.** Reducen el nivel de ruido gracias a su material aislante.

↑ **Figura 4.6.** Protección de la cara y la vista.

En la página oficial del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales www.mtas.es puedes encontrar toda la información relativa a las condiciones que deben reunir las EPI utilizadas por los trabajadores.

→

↑ **Figura 4.7.** Protección de las manos.

↑ **Figura 4.8.** Protección integral.

- **Protección de las manos**
  - **Guantes, mangas y manguitos de cuero**.
  - **Guantes de látex o vinilo** siempre que se trabaje con poliuretanos, masillas o resinas.
  - **Guantes de soldador.** Proporcionan máxima seguridad en trabajos de soldadura.
  - **Guantes de trabajo**. Uso en trabajos mecánicos.
  - **Guantes de nitrilo.** Protección sobre gasoil, gasolina y derivados del petróleo.
- **Protección respiratoria**
  - **Mascarilla de caucho de dos filtros.** Protección sobre gases y vapores orgánicos con un punto de ebullición superior a 65 °C, gases y vapores inorgánicos (excluyendo el monóxido de carbono), dióxido de azufre y otros gases y vapores ácidos.
  - **Mascarilla autofiltrante.** Protege contra partículas nocivas sólidas (polvo, fibras) y líquidas (aerosoles).
- **Protección de los pies**
  - **Calzado de seguridad.** Protege sobre riesgos mecánicos como golpes y aplastamientos. Tiene refuerzo metálico en la puntera, suela antideslizante, plantilla de seguridad y refuerzos amortiguadores en tobillos y empeine.
- **Protección integral**
  - **Equipo de pintor.** Equipo integral que dispone de alimentación de aire con elementos de regulación y filtrado. Dispone de máscara de protección.
  - **Mono de pintor.** Protección contra partículas sólidas, secas y húmedas y productos químicos, líquidos y aerosoles.

Tanto el empresario como el trabajador tendrán unas ciertas obligaciones en referencia a los equipos de protección individual. Podemos citar las siguientes:

| OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO |
|---|
| • Determinar los puestos en que deba recurrirse a la protección individual. |
| • Elegir los equipos de protección individual adecuados, facilitando información sobre cada uno de ellos. |
| • Proporcionar gratuitamente, y reponerlos cuando se necesiten, los equipos de protección individual que deban utilizar los trabajadores. |
| • Velar porque su utilización se efectúe de acuerdo a las instrucciones del fabricante. |
| • Asegurar que el mantenimiento de los equipos se realiza de acuerdo con las condiciones del trabajo. |
| **OBLIGACIONES DEL TRABAJADOR** |
| • Utilizar y cuidar correctamente los equipos de protección. |
| • Guardar los equipos después de su utilización. |
| • Informar de inmediato sobre cualquier anomalía en los equipos que pueda suponer una pérdida de su eficacia protectora. |

Además, en cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una **formación teórica y práctica** suficiente en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe, se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo.

# 5. Riesgos más comunes en el taller de carrocería

A continuación se describen las acciones y operaciones más peligrosas y significativas durante el trabajo en un taller de carrocería, sus riesgos y los medios de prevención recomendados para evitarlos:

| ACCIONES Y OPERACIONES | RIESGO | PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN |
|---|---|---|
| **Desorden** | Choques de vehículos, tropezones, caídas, derrumbes. | - Tener bien ordenados y apilados los materiales.<br>- Delimitar los pasillos. |
| **Falta de limpieza** | Incendio, resbalones y caídas, tropezones. | - Limpiar frecuentemente.<br>- Usar recipientes de basuras y residuos. |
| **Desabollado** | Cortes, pinchazos y golpes. | - Usar guantes.<br>- Usar calzado de seguridad.<br>- Usar gafas de seguridad. |
| **Corte, serrado, taladrado y esmerilado** | Cortes o heridas en extremeidades. | - No acercar brazos ni manos a máquinas de corte en marcha.<br>- Parar la máquina para efectuar limpieza o comprobaciones.<br>- Usar ropa de trabajo ajustada.<br>- Colocar defensas especiales y dispositivos de parada rápida de emergencia fáciles de accionar. |
| **Lijado** | Lesiones en los ojos, inhalación de polvos, gases o vapores, cortes, quemaduras. | - Colocar defensas y pantallas.<br>- Usar gafas y mascarillas de seguridad |
| **Manipulación de contactos eléctricos** | Descargas eléctricas, incendios. | - Mantener las conexiones protegidas y aisladas.<br>- Puesta a tierra de máquinas.<br>- Puesto de trabajo y manos secas (guantes).<br>- Efectuar reparaciones con la corriente desconectada, evitar suelos humedos. |
| **Soldadura** | • Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.<br>• Proyección de partículas.<br>• Exposición a radiaciones.<br>• Quemaduras, Irritaciones cutáneas.<br>• Cortes, incendios. | - Tener sistemas de extracción localizada o generalizda.<br>- Tener mascarillas apropiadas.<br>- Utilizar de pantallas adecuadas al tipo de soldadura.<br>- Usar ropa de protección. |
| **Reparación de plásticos** | • Exposición a salpicaduras de producto y proyecciones de partículas.<br>• Inhalación de polvos, gases o vapores nocivos.<br>• Quemaduras, irritaciones cutáneas, cortes. | - Poseer equipo de extracción.<br>- Usar gafas de seguridad.<br>- Usar guantes específicos.<br>- Usar mascarillas apropiadas. |
| **Aplicación de masillas, imprimaciones, aparejos, pinturas y barnices** | • Inhalación de sutancias nocivas o tóxicas. | - Usar sistemas de captación mediante extracción generalizada o localizada.<br>- Uso de mascarillas , guantes especiales, gafas de seguridad, etc. |
| **Trabajos de bancada** | • Sobreesfuerzos, golpes y contusiones, salpicaduras. | - Usar guantes y calzado de protección mecánica.<br>- Usar gafas de seguridad. |

→

**¡Buen trabajo!**

Una tarea de mantenimiento o reparación de calidad será aquella técnicamente correcta, que utiliza las herramientas y tecnologías apropiadas, que está realizada por personal cualificado, que gestiona los residuos, que se efectúa en plenas condiciones de seguridad y por la que el cliente manifiesta abiertamente su satisfacción.

**COV**

Son precursores dle ozono y, algunos de ellos, conocidos agentes carcinógenos. Provienen en su mayoría, de la industria y del uso de los automóviles.

# 6. Gestión medioambiental

La gestión por parte de la Administración de los residuos tóxicos y peligrosos es un requerimiento necesario para que un taller de reparación de carrocería y pintura de vehículos cumpla con las **exigencias de seguridad y salud laboral**. El asesoramiento por parte de los responsables del taller es fundamental para obtener una buena gestión.

En el desarrollo de la actividad en el taller de reparación es posible contribuir al desarrollo de diferentes problemas ambientales, mediante el uso de productos y materiales en la forma que a continuación se indica:

- Agotamiento de recursos.
- Contaminación de la atmósfera.
- Reducción de la capa de ozono.
- Contaminación del agua.
- Residuos.

Los residuos que es preciso eliminar pueden ser más o menos contaminantes (figura 4.9), y la seguridad e higiene en el manejo de estas sustancias no acaba en el taller de reparación, sino que afecta a todo el entorno medioambiental. Los residuos generados en el sector de automoción son:.

| RESIDUOS INDUSTRIALES INERTES | | |
|---|---|---|
| • Chatarra | • Piezas desechadas | • Cables |
| • Neumáticos | • Vidrios | |
| • Plásticos | • Trapos y telas no contaminadas | |
| **RESIDUOS PELIGROSOS** | | |
| • Aceite usado | • Pilas | • Líquido de freno |
| • Neumáticos usados | • Disolventes | • Pastillas de freno |
| • Baterías de plomo | • Catalizadores | • Fluorescentes |
| • Absorbentes contaminados | • Otros filtros | • Restos de pintura |
| • Trapos contaminados | • Lodos | • Plásticos de enmascarado |
| • Grasas | • Anticongelantes | |
| | • Filtros de aceite | |
| **OTROS** | | |
| • Emisiones de COV | • Ruidos | • Gases de combustión y de soldadura |

↑ **Figura 4.9.** Residuos peligrosos.

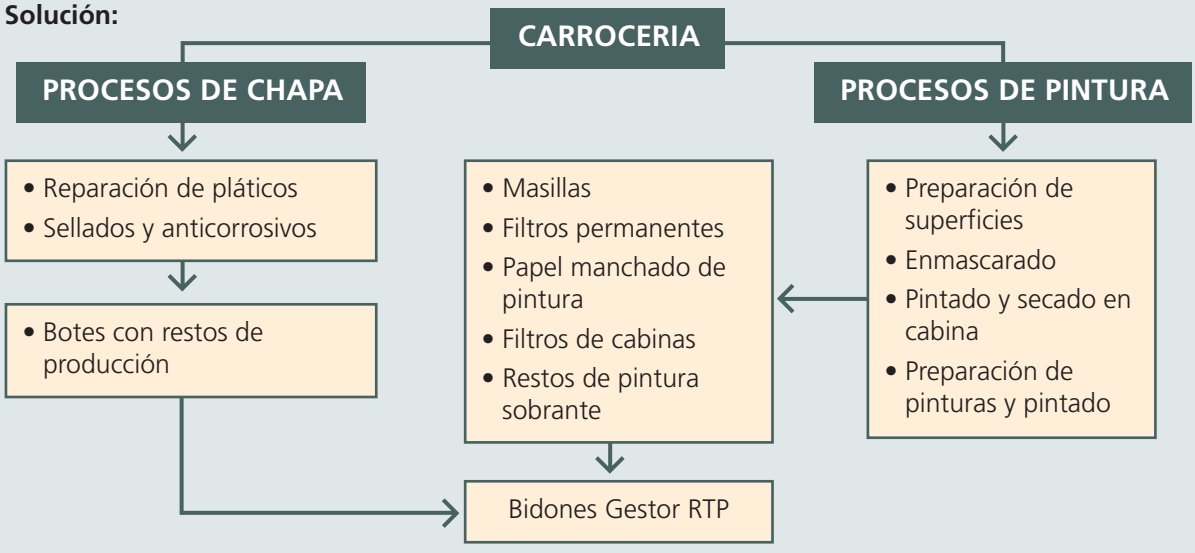
En la siguiente tabla se muestran los residuos tóxicos y peligrosos más importantes que se generan en el taller de carrocería y pintura:

| ZONA DE CARROCERÍA | |
|---|---|
| **OPERACIÓN** | **RESIDUO OBTENIDO** |
| Sellados y estanqueidad | Masillas de poliuretano |
| Protección de bajos y cavidades | Bases de cera con disolventes |
| Protección antioxidante, imprimaciones, preparación de superficies | Compuestos a base de metales, recipientes vacíos y productos de limpieza del medio de aplicación (brocha, pincel, etc.) |
| Reparación de plásticos | Imprimaciones, botes de aerosoles, adhesivos |
| Insonorizaciones | Productos a base de betún |
| Limpieza y desengrase | Hidrocarburos aromáticos y alifáticos<br>Recipientes y papel de celulosa u otro elemento usado en la aplicación |
| **ZONA DE PINTURA** | |
| **OPERACIÓN** | **RESIDUO OBTENIDO** |
| Enmascaramiento de vehículos | *Film* de polietileno<br>Papel<br>Cinta adhesiva |
| Pintado y preparación de pintura | Restos de pintura<br>Disolvente del lavado de pistolas y herramientas<br>Residuos en filtros |

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

**El taller de reparación de vehículos debe contar con un plan de gestión de residuos y con un servicio de retirada por un gestor autorizado, para así hacer frente a la producción interna de residuos. Representa de forma esquemática un plan de gestión de residuos.**

**Solución:**




→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

1. ¿Qué actos se pueden considerar como peligrosos en el trabajo?
2. ¿Cuáles son las definiciones exactas de accidente profesional y enfermedad profesional?
3. ¿De qué factores depende principalmente el riesgo laboral?
4. ¿Qué normas se pueden seguir para que sea más seguro el lugar de trabajo?
5. ¿Cuál es la finalidad principal de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales?
6. ¿Qué funciones principales tiene la Autoridad Laboral en materia de prevención?
7. ¿Qué obligaciones tienen los trabajadores según la Ley de Prevención?
8. ¿Cuál es la definición de EPI?
9. ¿Qué requisitos principales debe reunir un equipo de protección individual?
10. ¿Cuáles son las obligaciones del trabajador en referencia a un equipo de protección individual?
11. ¿Qué riesgos conllevan los trabajos de soldadura? ¿y los de reparación de plásticos?
12. ¿Qué problemas ambientales puede generar la actividad de un taller?

## DE TALLER

1. ¿Realizas en tus actividades un inventario de los consumos y de la generación de residuos que producen? Reflexiona sobre ello y haz una valoración razonada.
2. ¿Manejas los residuos peligrosos del taller a través de gestores autorizados?
3. ¿Qué acciones de tu actividad diaria en el taller crees que producen más impacto en el medio ambiente? Cita tres de estas acciones por orden de importancia.
4. Haz un listado de los residuos que se producen durante tu actividad en el taller, clasificándolos según la tipología.

# PARA **PRACTICAR**

## Seguridad en el área de pintura

### HERRAMIENTAS

- Pistolas aerográficas

### MATERIAL

- Diferentes partes del vehículo

### OBJETIVO

Utilizar correctamente los equipos de protección adecuados para los trabajos que se realizan en el área de pintura, con la intención de evitar principalmente la inhalación de contaminantes y el contacto con productos agresivos que puedan provocar enfermedades y graves lesiones.

### DESARROLLO

1. Antes de realizar cualquier trabajo en el área de pintura, el operario debe proveerse de los equipos de protección apropiados, tales como mascarillas, guantes o buzos.
2. El proceso de pintado se iniciará con un desengrasado de la pieza por medio de un disolvente de limpieza. Este desengrasado emite vapores orgánicos que pueden irritar las vías respiratorias, causar mareos, náuseas, etc. Para evitar este riesgo se utilizará una mascarilla autofiltrante de vapores y partículas; en ella, prácticamente toda su superficie es filtrante, y existen recambios para sus cartuchos, conservándose así la estructura facial. La mascarilla debe de llevar el símbolo de homologación CE. Durante esta operación también se utilizarán como prendas de protección guantes de vinilo o látex, para evitar con ellos el contacto de agentes químicos con la piel.
3. Mientras se efectúe la preparación de la mezcla y su posterior aplicación, el operario continuará protegiéndose de los agentes contaminantes mediante la mascarilla y los guantes de vinilo o látex.
4. Se mantendrá el equipo de protección de mascarilla perfectamente ajustado y colocado mientras el pintor se encuentre en ambiente contaminado, aunque no se esté realizando ninguna operación.
5. Una vez terminada la operación de pintado, se procederá a la limpieza de los equipos utilizados, principalmente de las pistolas aerográficas. En esta ocasión también se llevará puesta la mascarilla para protegerse de los vapores desprendidos por los disolventes de limpieza (que suelen ser muy agresivos), así como guantes de nitrilo para evitar el ataque químico sobre la piel.

↑ Mascarilla.

↑ Limpieza de equipos.

→

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** La seguridad e higiene en el trabajo es el resultado de una actividad que tiende a prevenir:

a) Condiciones inseguras.
b) Enfermedades profesionales.
c) Accidentes y enfermedades profesionales.
d) Actos peligrosos.

**2** ¿De qué factores dependen las condiciones inseguras en el puesto de trabajo?

a) Técnico y humano.
b) Técnico.
c) Humano.
d) Ambiental.

**3** ¿Cuál de estas personas intervienen desde las Administraciones públicas en materia de prevención de riesgos laborales?

a) Autoridad Laboral.
b) Trabajadores.
c) Empresarios y Autoridad Laboral.
d) Empresarios.

**4** ¿Cuál de las siguientes funciones forma parte de las obligaciones del trabajador según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales?

a) Formar en materia preventiva.
b) Cooperar con el empresario.
c) Informar en materia preventiva.
d) Planificar la prevención.

**5** ¿Cuál es el equipo de protección individual que hay que utilizar cuando se trabaje con poliuretanos, resinas o masillas?

a) Manguitos de látex.
b) Mascarillas.
c) Guantes de cuero.
d) Guantes de látex o vinilo.

**6** ¿Cuál de las siguientes obligaciones, en referencia a los equipos de protección individual, no pertenece al trabajador?

a) Utilizarlos y cuidarlos.
b) Colocarlos después de utilizados.
c) Velar por su utilización.
d) Informar de los desperfectos.

**7** De los siguientes residuos que genera un taller ¿cuál es un residuo industrial inerte?

a) Disolventes.
b) Chatarra.
c) Restos de pintura.
d) Grasa.

**8** ¿ Cuál de las siguientes operaciones que generan residuos no se produce en la zona de carrocería?

a) Sellado.
b) Limpieza y desengrase.
c) Enmascaramiento de vehículos.
d) Reparación de plásticos.

# EN **RESUMEN**

## SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

**Glosario**
- Accidente laboral
- Enfermedad laboral
- Lugar de trabajo
- Prevención de accidentes
- Higiene industrial

**Legislación básica de riesgos laborales**
- Autoridad laboral
- Empresarios
- Trabajadores

**Equipos de protección individual**

**Riesgos**
- Desorden
- Falta de limpieza
- Materiales cortantes
- Puntos de operación
- Proyecciones
- Peligros eléctricos
- Soldadura
- Reparación de plásticos
- Diferentes aplicaciones
- Uso de bancada

**Protecciones**
- Pantallas
- Gafas de seguridad
- Cascos atenuadores
- Calzado de seguridad
- Guantes

## GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

**Residuos industriales inertes**
- Chatarra
- Neumáticos
- Plásticos, etc.

**Residuos peligrosos**
- Aceite usado
- Baterías de plomo
- Absorbentes contaminados

**Otros**
- Emisiones de COV
- Ruidos
- Gases de combustión

# **AMPLÍA** CON…

- *Revista Técnica Centro Zaragoza* nº 20.
- *Revistas Tráfico* nº 140 y nº 164.
- *Sistemas de gestión medioambiental.* Joaquín Xavier de Embún y Antonio Zulueta Taboada. Madrid. Colex. 2001.
- *Manual de prevención de riesgos laborales*. Fraternidad Muprespa.
- www. sigrauto.com
- www.mtas.es/insht
- www.revista.cesvimap.com

→

# MUNDO DEL AUTOMÓVIL

La comunicación entre empresarios y trabajadores, así como el conocimiento de los derechos y obligaciones de los mismos en materia de prevención de riesgos laborales, factor clave para prevenir y reducir el riesgo de accidentes.

## Trabajadores prevenidos y seguros

La prevención de accidentes laborales se consigue con la intervención del empresario y del empleado. Si ambos no aplican la ley y los conocimientos adquiridos, el riesgo de sufrir un percance es mucho más elevado que si siguen todos los consejos e información que poseen todos los componentes de la empresa.

El asalariado debe usar adecuadamente aquellos instrumentos, máquinas, sustancias peligrosas o cualquier otro elemento básico para su trabajo. También debe utilizar apropiadamente los equipos de protección, y no dejar fuera de funcionamiento los dispositivos de seguridad que el empresario le ha facilitado. Siguiendo los consejos de este, el empleado consigue cooperar con el empresario, creando un equipo capaz de garantizar unas condiciones de trabajo seguras.

Si el obrero observa cualquier situación que entrañe un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores, debe informar inmediatamente a su superior jerárquico o al encargado de la seguridad en la empresa, con objeto de solucionar lo más rápidamente posible las situaciones de peligro.

La asistencia a formación en seguridad laboral que organiza la empresa es, en muchos sectores laborales, necesaria para asegurar que los trabajadores saben cómo evitar riesgos y cómo utilizar adecuadamente las medidas de seguridad necesarias en el lugar de trabajo.

Para que las medidas de seguridad se ejecuten correctamente, es imprescindible que la parte empresarial también cumpla con su deber aplicando mecanismos de vigilancia y control de la salud, realizando una correcta evaluación de los riesgos e informando a los obreros y realizando cursos de formación.

Para sancionar las infracciones en seguridad del trabajador, es muy efectivo establecer una normativa de aplicación interna en la empresa que contenga un cuadro sancionador, con la graduación de las faltas y las sanciones a los trabajadores que figuren en el convenio colectivo. A partir de este cuadro es recomendable, aunque no obligatorio según la normativa, que los empresarios amonesten a los trabajadores por escrito para llevar un registro de las faltas de cada uno de ellos, que serviría para demostrar, si fuera necesario, la imprudencia del obrero. Sólo es obligatoria la comunicación escrita de la falta al trabajador cuando esta es grave o muy grave. En este escrito se explicarán los hechos que motivan la falta.

Aparte de la sanción por escrito de la falta, la empresa no tiene derecho a imponer sanciones económicas o de reducción de días de descanso o vacaciones a un empleado que ha realizado cualquier tipo de falta. Una vez comunicadas, las faltas o sanciones que impone la empresa son revisables por la jurisdicción competente para asegurar los derechos de la compañía y el trabajador.

*La Vanguardia*
Abril de 2005

# Los coches de Toyota serán reciclables en un 95% en 2015

El fabricante automovilístico japonés planea reducir las emisiones de $CO_2$, además de poder reciclar un automóvil hasta casi su totalidad mediante una gestión en I+D.

La compañía japonesa, según informa en su Cuarto Plan de Acción Medioambiental, que acaba de publicar, pretende reducir sus emisiones de $CO_2$ en el año 2010.

Para conseguir estos objetivos, Toyota pretende «incrementar dramáticamente la productividad» mediante el desarrollo de nuevas tecnologías que ayuden a reducir las emisiones, promover el uso de «nuevas energías» y «estudiar su introducción». En el ámbito de la logística, reducirá las emisiones «mediante mejoras en la eficiencia del transporte».

Así, la multinacional japonesa precisa que promoverá el desarrollo de vehículos limpios, en especial de los híbridos y la nueva generación de células de combustible, así como de nuevos combustibles (biocombustibles y sintéticos).

### Más recuperaciones

Además de las medidas contra el cambio climático, el Plan de Acción Medioambiental aborda otras tres líneas de trabajo: el reciclado de recursos, la gestión de sustancias peligrosas y las emisiones de partículas contaminantes, además de establecer los grandes ejes del sistema de gestión medioambiental.

Los sistemas de reciclado se implantarán a un ritmo «sostenido» tanto en Japón como en Europa, con el fin de llegar a tasas de recuperación y reciclabilidad del 95% del vehículo para 2015. Por ejemplo, promoverá el desarrollo de nuevos métodos y herramientas de desmantelado de coches.

También pretende ampliar la utilización de materiales reciclables en la construcción de vehículos, como el llamado «Eco-Plástico Toyota»: las tecnologías ya existentes deberían permitir utilizar hasta un 15% de materiales a base de resina en 2010.

El programa de gestión medioambiental incluye otras medidas, como el refuerzo de la formación de la plantilla y del diálogo con las comunidades locales, la promoción de la I+D en este ámbito, y la sensibilización de los conductores para una conducción más ecológica.

En cuanto a las cuatro «sustancias de preocupación» –plomo, mercurio, cadmio y cromo hexavalente, todos ellos metales pesados nocivos para la salud y el medio ambiente–, el objetivo es introducir en los mercados japonés y europeo vehículos con presencia cero de estos metales a partir de 2006, con una completa eliminación de los mismos en 2007.

*Marca Motor*
Mayo de 2005

# 5

# Reparación de elementos metálicos en zonas accesibles

## para empezar...

El automóvil es uno de los símbolos de crecimiento de la sociedad moderna y se ha convertido en un elemento imprescindible en nuestra actividad diaria. Pero los automóviles no duran eternamente, y los accidentes se producen con mucha mayor frecuencia de lo deseable, por lo que es necesario proceder a la reparación de los daños sufridos. Las operaciones de reconformado de la chapa requieren, por un lado, habilidad y precisión por parte del profesional que las realiza y, por otro, utilización de técnicas, equipos y herramientas adecuadas.

## ... vamos a conocer


1. Introducción
2. El acero
3. Reparación de la carrocería y útiles del chapista
4. Detección o diagnóstico de anomalías
5. Tipos de abolladuras
6. Operaciones básicas del chapista
7. Características del tratamiento mecánico de la chapa
8. Tratamiento térmico de la chapa

PARA **PRACTICAR**

Reparación convencional de la chapa


## qué sabes de...

1. ¿Cómo está constituido el acero?
2. ¿Qué significa límite elástico y zona plástica de un material?
3. ¿Qué es una herramienta de conformación?
4. ¿Qué funciones principales realizan los equipos que se utilizan para los tratamientos térmicos?
5. ¿Mediante qué técnicas se pueden apreciar las deformaciones en partes del vehículo?
6. ¿En qué consiste el desabollado?

## y al finalizar...

- Conocerás los principales aceros utilizados en la fabricación de carrocerías.
- Sabrás diferenciar los principales útiles del chapista.
- Conocerás la forma de detectar una deformación.
- Sabrás realizar los procesos de reparación sobre elementos en zonas accesibles.

# 1. Introducción

El material empleado de forma tradicional y en mayores cantidades para la fabricación de carrocerías es el **acero**. Ello se debe principalmente a que presenta una serie de características que hacen que sea óptimo para las necesidades requeridas.

Ahora bien, el acero ha ido cediendo terreno paulatinamente en favor de otros materiales alternativos, principalmente el **plástico y** el **aluminio** (figura 5.1). Esta circunstancia se debe a las óptimas propiedades que estos materiales presentan para determinadas aplicaciones. La incorporación de estos nuevos elementos está obligando al sector reparador a una actualización de conocimientos mediante la utilización de nuevas técnicas, métodos o equipos, a fin de realizar una correcta reparación sobre estos materiales.

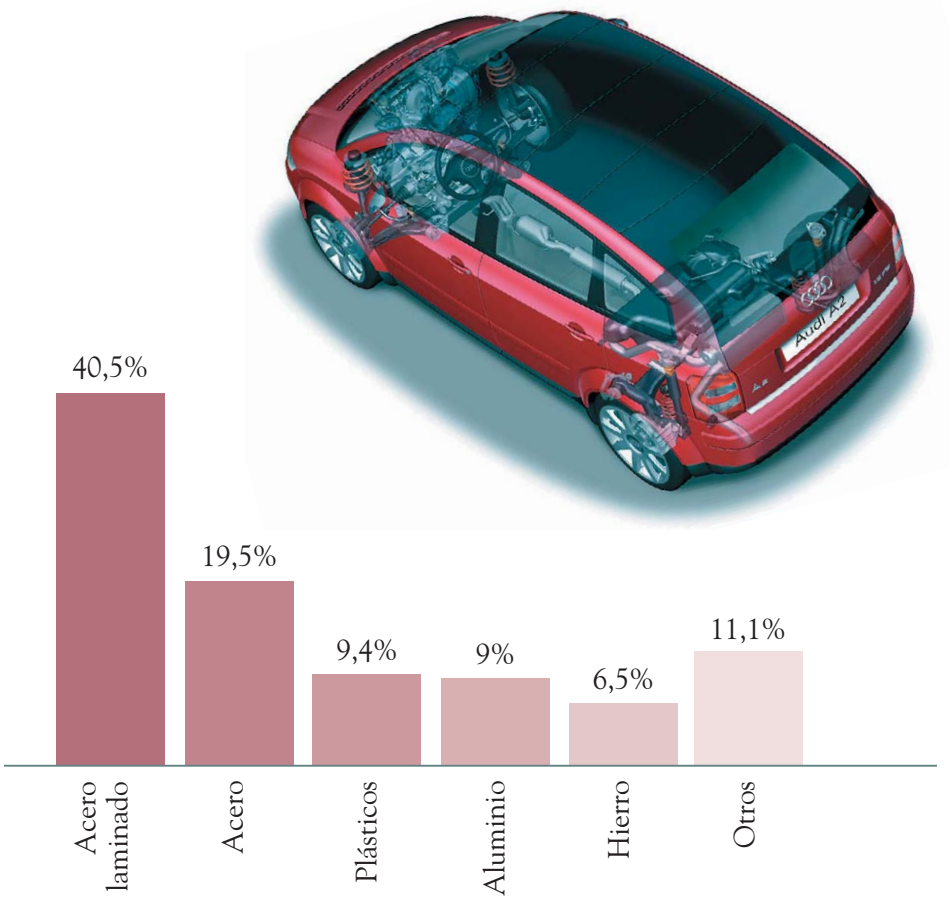
Actualmente existen carrocerías heterogéneas que combinan varios de estos materiales, e incluso carrocerías fabricadas **íntegramente en aluminio**.

El principal inconveniente del acero es su alto peso específico y, por consiguiente, el relativamente elevado peso de las carrocerías fabricadas con él; no obstante, actualmente se están utilizando aceros ligeros que no merman las características mecánicas, como son el acero de alta resistencia y el acero de muy alta resistencia.

**Peso específico**

El peso específico de una sustancia es su peso por unidad de volumen. Se obtiene dividiendo un peso conocido de la sustancia entre el volumen que ocupa.

$$\rho = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}} = \frac{P}{V}$$




↑ **Figura 5.1.** Porcentaje de los materiales que forman un vehículo.

# 2. El acero

El acero es una **aleación** de metales en estado de fusión en la que intervienen principalmente el **hierro y el carbono**. En la fabricación de chapas para carrocería, el porcentaje de carbono oscila entre el 0,15 y el 1,76% respecto del porcentaje del hierro.

El hecho de que este sea el material empleado en la fabricación de carrocerías se debe a una serie de circunstancias que hacen óptimo su uso:

- Existe disponibilidad de materias primas.
- Sus procesos de obtención y transformación son relativamente económicos.
- Sus propiedades mecánicas y tecnológicas resultan adecuadas, tanto para las necesidades estructurales como para los requerimientos técnicos que los procesos de conformación y ensamblaje imponen.
- Es fácil de trabajar.
- Admite diferentes tratamientos mecánicos o químicos que mejoran sus cualidades, desde la dureza superficial hasta la resistencia a la corrosión.
- Existe un gran desarrollo en los procesos tecnológicos que rodean la fabricación con este tipo de material, lo cual implica que están altamente mecanizados y robotizados. Esta circunstancia incide directamente en la disminución de los costes y en la posibilidad de obtener producciones elevadas en serie.
- Es fácilmente reciclable.

- La página www.rogen.es contiene todo tipo de inforamción sobre útiles y equipos utilizados en planchisteria.

## 2.1. Aceros empleados en las carrocerías

Las carrocerías de los automóviles actuales están compuestas por chapas de acero laminado conformadas por medio de un **proceso de estampación**, en el cual son cortadas y se les da **forma por embutición.** Además, se galvanizan y se aplica una protección anticorrosiva (un recubrimiento de cinc) a la superficie. Mediante este proceso se obtienen piezas semiterminadas que, a continuación, se unen mediante técnicas de soldadura como puede ser la técnica por láser o MIG –*Brazing* (figura 5.2).

De este modo se pretende conferir **mayor resistencia y rigidez** a las piezas de la carrocería para proteger así a los ocupantes del vehículo y conseguir una buena penetración aerodinámica; esto conlleva diseños de **formas onduladas o angulosas** en detrimento de las superficies planas. En cuanto a las piezas que forman las partes más importantes de la carrocería (la estructura del vehículo), se refuerzan uniéndolas a piezas gemelas cuyo perfil queda colocado en sentido inverso; así se forman tubos prácticamente cerrados (pilares y largueros) de una gran resistencia.

↑ **Figura 5.2.** Soldadura de carrocería.

Los aceros se pueden clasificar según su composición, su obtención y su aplicación. Los más empleados en la fabricación de carrocerías del automóvil son el **acero convencional y los aceros de alto límite elástico (ALE)**.

→

## Acero convencional

Estos tipos de aceros tienen un contenido de carbono generalmente inferior al 0,20%, presentan una estructura de grano fino y son denominados **aceros suaves o dulces**. Sus características más importantes son:

- Poseen buena aptitud para la estampación (proceso que le da forma a la chapa).
- Cuando son estampados, mantienen las superficies totalmente lisas y libres de imperfecciones (sin fisuras, rugosidades ni rayaduras).
- Son fácilmente soldables; la soldadura es el método de ensamblaje empleado mayoritariamente en estas piezas.

El acero convencional es utilizado en todo tipo de piezas de la carrocería con independencia de su posición (exterior o interior), y en diferentes formas y espesores.

## Aceros de alto límite elástico (ALE)

Son aceros que tienen un límite elástico superior a los convencionales; con ellos se consigue fabricar **piezas con menos peso y espesor**. Las pruebas realizadas sobre piezas de acero de alto límite elástico han demostrado que la resistencia se duplica con respecto a las demás piezas de igual forma y acero clásico, todo ello pese a una disminución en el espesor de alrededor del 25%. Esta ha sido una de las razones principales por las que los constructores de automóviles han optado por su utilización. Sus características más importantes son:

- Poseen buenas propiedades mecánicas para garantizar que los valores de resistencia al choque y a la penetración estática, como mínimo, son iguales a los obtenidos con los aceros de mayor espesor.
- Resisten adecuadamente las solicitaciones de fatiga.
- Poseen buena aptitud para la soldadura.

Se utilizan para formar parte de **piezas estructurales** que van a soportar grandes esfuerzos como soportes y refuerzos de largueros, refuerzos de chasis, traviesas, tirantes de sujeción de puertas, etc.

Podemos deducir que la característica esencial de los aceros ALE es la optimización simultánea de propiedades, como **resistencia y tenacidad**. Para conseguir estas propiedades, se pueden seguir tres métodos que dan lugar a otros tres tipos de acero ALE (figura 5.3):

- **Aceros de doble fase**: presentan elevada tensión de rotura y capacidad de alargamiento. Se obtienen por tratamiento térmico y revestido exterior, y se usan en piezas estructurales y de absorción de impactos.
- **Aceros refosforados**: su elevado contenido en fósforo les confiere una gran resistencia y elasticidad, aunque son poco plásticos y de difícil soldabilidad.
- **Aceros dispersoides**: se utilizan para piezas de zonas sometidas a grandes esfuerzos como pueden ser las estructurales, y también en piezas exteriores.

**Solicitaciones de fatiga**

El comportamiento mecánico de los materiales se describe a través de sus propiedades mecánicas, que son el resultado de ensayos simples como compresión, flexión, tracción, etc. diseñados para representar distintos tipos de condiciones de carga.

↑ **Figura 5.3.** Aceros en una carrocería.

## 2.2. Fabricación de carrocerías

La **cadena de montaje** (figura 5.4) de un vehículo terminado se apoya en las diversas instalaciones en que se fabrican las piezas y componentes. Estos componentes pueden producirse en la empresa matriz o comprarse a otras empresas.

En el sector del automóvil se distinguen varias actividades industriales: montaje de vehículos de motor y sus carrocerías, fundición de hierro y acero, fundición de metales no férreos, estampación de componentes de automóviles, forja de hierro y acero, equipo eléctrico para motores, adornos, tapicería y guarnecidos y otras.

El **proceso de estampación** es el utilizado para dar forma a la chapa de acero y formar los paneles de la carrocería y otros componentes, a menudo en combinación con el ensamblaje de subconjuntos **por soldadura**. Estos métodos son llevados a cabo en extensas instalaciones equipadas con prensas mecánicas grandes y pequeñas.

La fabricación de subconjuntos tales como puertas y capós se realiza en prensas de soldadura por resistencia y, cada vez con más frecuencia, en celdas con transferencia de piezas robotizada.

La estampación a medida se emplea en la fabricación de carrocerías, aportando las siguientes ventajas:

- Ahorro de peso, eliminando la necesidad de refuerzos.
- Mejora de la seguridad, gracias a las zonas de deformación programada.
- Ahorro de costes, al reducirse el número de piezas en la carrocería.
- Obtención, en una misma pieza, de zonas con mayor resistencia a la corrosión.

↑ **Figura 5.4.** Cadena de montaje.

- La página www.infoacero.cl recoge información sobre el acero, como su historia, producción, yacimientos, utilidades, productos, etc.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**1.** Determina los tipos de aceros empleados en la fabricación de algún vehículo actual y anota las características de cada uno de ellos.

→

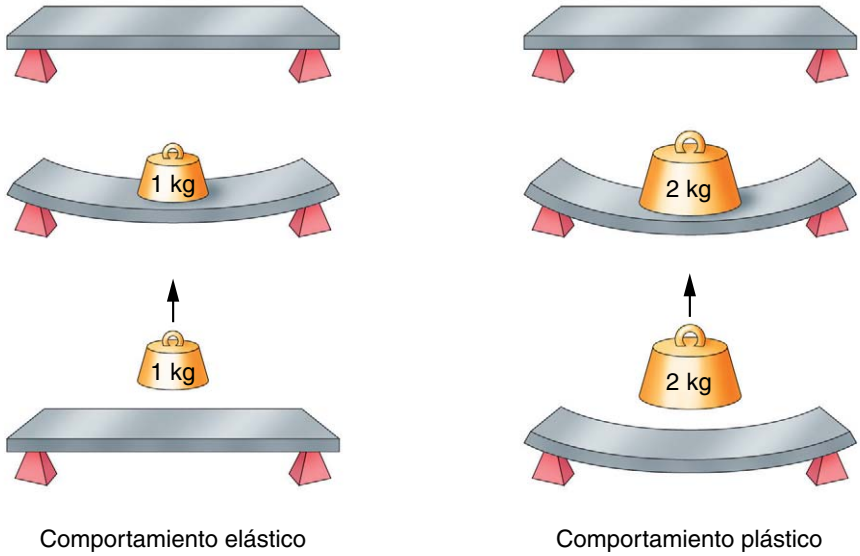
# 3. Reparación de la carrocería y útiles del chapista

La carrocería de un vehículo debe ser resistente y rígida para proteger la integridad física de los ocupantes, y además debe poseer un buen coeficiente aerodinámico. Esto provoca que las planchas de acero sean principalmente de geometrías curvas, con aristas y nervios que mejoran la rigidez y caracterizan la línea del vehículo.

Si se examina el comportamiento mecánico de la chapa de acero se puede llegar a la conclusión de que, bajo una carga o esfuerzo mecánico, se deforma según un **comportamiento elástico y flexible,** de modo que, al cesar la carga que estaba produciendo esa deformación, el material recupera su forma original. Sin embargo, este comportamiento elástico tiene el denominado **límite elástico**. Si el esfuerzo, y por lo tanto la deformación supera el elástico, aparecen deformaciones permanentes indicativas de que el material ha entrado en su **zona plástica** (figura 5.5).

Si la fuerza ejercida es de gran magnitud puede llegar a deformar y a superar su límite de plasticidad llegando a la rotura de la plancha.

Para devolver la forma original a la chapa deformada es necesario volver a deformarla sobrecargándola por encima de su límite elástico. A esto se llama **reconformado de la chapa**, que consiste en eliminar las deformaciones producidas por un golpe o siniestro mediante el trabajo manual de la chapa.




↑ **Figura 5.5.** Comportamiento de la chapa ante esfuerzos.

Para restablecer la forma de un panel deformado se deben realizar ciertas operaciones de **conformación y restitución**, devolviéndole unas características lo más similares posible a las originales, tanto desde el punto de vista estructural como estético.

Los trabajos que realiza el chapista sobre un vehículo dañado son muy variados, siendo uno de los más importantes el **repaso de chapa.** Esta intervención comprende dos tipos de operaciones, la **conformación** y el **recogido de la chapa.**

En primer lugar ha de restaurarse la forma original de la chapa; para ello, se aplican una serie de esfuerzos que responden al **tratamiento mecánico** de la chapa o conformación, utilizando variedad de utensilios (martillos, tases, palancas, etc.) con formas específicas para cada caso. Si la chapa ha sufrido un estiramiento acusado no será posible repasar el daño únicamente con una conformación.

Después de dicho tratamiento mecánico persistirán deformaciones residuales que mantendrán débil la chapa del panel. En este caso, para restaurar el espesor y la longitud originales de la pieza, se precisa la aplicación de calor seguida de un rápido enfriamiento, lo que se denomina **tratamiento térmico** (soldadura eléctrica de clavos para enderezado por tracción de abolladuras en la carrocería).

En ciertas ocasiones, en el caso de grandes deformaciones, es necesaria la utilización de equipos de tracción, bien sean **manuales o hidráulicos** antes del tratamiento mecánico.

Por tanto, mediante los tratamientos mecánicos y térmicos se subsanan las deformaciones en la chapa, siendo precisa en muchos casos la aplicación de ambos tratamientos de forma conjunta para llevar a cabo una correcta reparación.

**Equipamiento de chapista**

El chapista ha de recurrir al empleo de un equipamiento específico basado, principalmente, en herramientas de conformación y en equipos para la aplicación de tratamientos térmicos.

## 3.1. Herramientas de conformación

Son herramientas manuales destinadas a dar forma a la chapa cuando se tiene acceso a las dos caras del panel de trabajo. El tratamiento mecánico es llevado a cabo mediante la acción combinada de una **herramienta de percusión y una herramienta pasiva** (figura 5.6). Ambas proporcionan una superficie regular y con buenas condiciones mecánicas por medio de golpes. Dentro del grupo de herramientas de percusión se encuentran los martillos, las limas de repasar, el martillo de inercia y los mazos, principalmente. Entre las herramientas pasivas se incluyen los tases, las palancas y las tranchas.

↑ **Figura 5.6.** Ejemplo práctico de conformación.

→

## Herramientas de percusión

Son las encargadas de producir los esfuerzos necesarios en los procesos de conformación de piezas.

**Martillos de golpear.** Son utilizados en procesos de reparación que requieren una fuerza de conformación más o menos elevada como, por ejemplo, en el golpeteo de tranchas. También pueden ser utilizados en zonas del vehículo con una deformación importante o en elementos estructurales que contengan pliegues.

**Martillos de acabado.** Cuentan con un peso reducido y se utilizan para minimizar el desperfecto por medio **del batido continuado** y en sentido inverso hasta hacer desaparecer la deformación. El alineado se consigue logrando que la fuerza de conformación que ejerce el martillo se ajuste a la superficie deformada. Para delimitar la conformación a la zona requerida y reforzar el efecto de igualado se utilizan sufrideras.

Existen numerosos tipos de martillos de acabado (figura 5.7), en función del material del que están construidos (acero, nailon, goma, madera, etc.), de su forma (boca redonda, boca pena, boca cuadrada, abombado, etc.) y también según su peso y tamaño. Combinando todo esto encontramos el más adecuado para cada tarea.

Boca redonda lisa y boca cuadrada plana

Boca redonda plana y boca pena curva

Boca redonda plana y boca pena

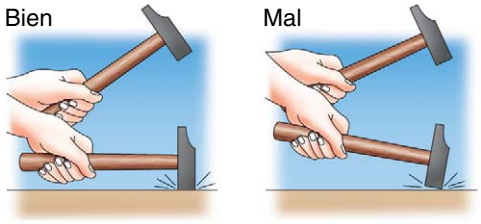
Boca redonda abombada y boca pena

Boca cuadrada y boca redonda con taladros

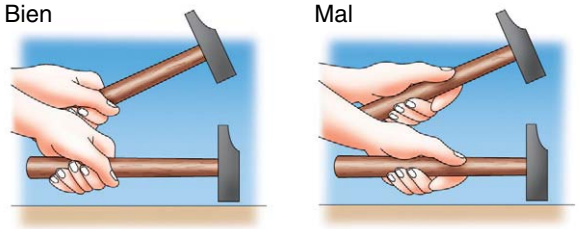
↑ **Figura. 5.7.** Diferentes tipos de martillos de conformación.

Como se puede comprobar, los martillos disponen de diferentes conformaciones en las caras de golpeo. Por tanto, no todos los martillos sirven para lo mismo, es decir, existen funciones muy diferentes para cada martillo **según el trabajo** que deban realizar (aplanar, alisar, recalcar, etc.). También, **según el tamaño y la resistencia** que presente la deformación a reducir, se utilizará el tipo de martillo más adecuado en cuanto a peso, longitud y tamaño.

Los martillos se manejan con un movimiento de la muñeca que permite dosificar el golpe con la fuerza mínima y una fatiga reducida, dado que su aplicación implica un esfuerzo sostenido durante un tiempo dilatado (figuras 5.8 y 5.9).




↑ **Figura 5.8.** Forma de golpear sobre una superficie.




↑ **Figura 5.9.** Forma de sujetar el mango del martillo.

**Martillos de inercia.** Es un tipo de martillo que permite aplicar de forma importante una **fuerza puntal muy efectiva en zonas de difícil acceso**. Consiste en un eje o vástago por el cual se hace deslizar un peso o masa de inercia con un recorrido determinado (figura 5.10). El proceso consiste principalmente en ir recuperando poco a poco la forma original de la chapa mediante sucesivas tracciones en uno o diferentes puntos de aplicación. Pueden existir distintos tipos de martillos de inercia, como pueden ser:

- Los que emplean sistema con diferentes bocas para el acoplamiento de accesorios (clavos, arandelas, tornillos, etc.) de un equipo de soldadura multifunción (figura 5.10).
- Los que emplean sistema de inercia convencional con ventosa para deformaciones amplias (figura 5.11).

↑ **Figura. 5.10.** Martillo de inercia.

↑ **Figura 5.11.** Martillo de inercia con ventosa.

Para estirar una deformación se coloca el extremo de trabajo sobre la zona abollada, se sujeta por la empuñadura en posición vertical a la pieza y, con la otra mano, se desliza el peso desde la boca de trabajo hasta el tope de la empuñadura, con la fuerza necesaria para desabollar la chapa.

**Mazos.** Suelen estar fabricados de **materiales blandos** como la madera, la goma o el plástico (figura 5.12). Las características de estos materiales evitan que la chapa sufra estiramientos o produzca daños en la pintura del vehículo. Deben ser utilizados en pequeñas deformaciones o en otras de mayor tamaño mediante la aplicación de golpes suaves que eliminen las posibles tensiones de la chapa después de haber sufrido el golpe.

**Limas de repasar.** Se utilizan para **corregir pequeños desperfectos** después de haber utilizado el martillo de repasar, y también para **eliminar tensiones y suavizar la chapa** después de la aplicación de tratamientos térmicos (figura 5.13). Tienen la ventaja de evitar estiramientos cuando se utilizan en procesos de aplanado, y la de controlar de forma exacta el punto de golpeo al grabar el impacto sobre la pintura o chapa.

↑ **Figura 5.12.** Mazo de goma.

→

↑ **Figura 5.13.** Trabajo con lima de repasar.

Las limas más comunes tienen forma rectangular o de media caña y sirven para adaptarse a zonas planas o cóncavas. Combinan una gran superficie de apoyo, un peso contenido y en ocasiones un ligero picado o dentado que hace un efecto de recogido al golpear la chapa.

## Herramientas pasivas

Son herramientas de acero forjado que tienen como misión **servir de apoyo a la chapa** cuando se la somete a la acción de las herramientas de percusión. Se clasifican en tases, palancas y tranchas. Unas herramientas complementarias a las ya citadas son las mordazas.

**Tases.** Son de acero forjado de diferentes formas (figura 5.14), actúan en la mayoría de las operaciones de forma indirecta, es decir, se colocan por la parte posterior de la pieza a golpear. Su principal función es la de **recibir el golpe y limitar la transmisión** de fuerza que el martillo ejerce sobre la pieza, delimitando la conformación sin que aumente el desperfecto.

El método operativo a seguir es colocar el tas por la parte posterior de la pieza que se va a golpear, sostener con la palma de la mano y ejercer presión sobre él. Con esto se puede concluir que su uso está condicionado por la posibilidad de acceso a la zona.

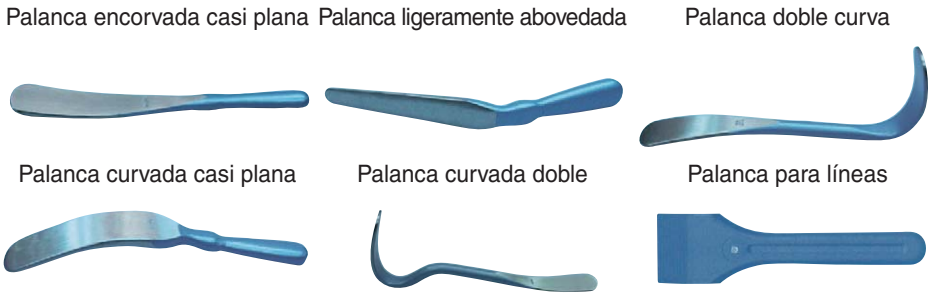
**Tases**

Existe gran variedad de tases que se diferencian fundamentalemente en cuanto a su **forma, tamaño y perfil,** de manera que se puedan adaptar a las diferentes irregularidades de la deformación. El peso de los tases más utilizados oscila entre 0,7 y 1,5 kg.

↑ **Figura 5.14.** Diferentes tipos de tases.

**Palancas.** Son herramientas con formas especiales y fabricadas en acero de alta resistencia que se utilizan para **corregir desperfectos de la chapa ejerciendo palanca**, o como tases en zonas que presentan un acceso limitado donde estos no pueden acceder (figura 5.15). La superficie de apoyo es grande y reparte el esfuerzo sobre una amplia zona de la chapa.

Están clasificadas por la forma de sus puntas o bocas; pueden ser dobles o de una sola cara o paleta; algunas con forma de gancho sirven para llegar a zonas del interior de la estructura del vehículo y alcanzar los paneles por detrás de los refuerzos.




↑ **Figura 5.15.** Diferentes tipos de palancas.

**Tranchas.** Tienen una forma contorneada que forma cuerpo con el mango (figura 5.16). La geometría de sus extremos está relacionada con su empleo directo y puede ser plana, redondeada, biselada, en ángulo recto, en forma de cuña, etc.

Sirven para **golpear en deformaciones de total inaccesibilidad** al recibir el golpeo directo del martillo, reconformando aristas y reconfigurando líneas de la carrocería.

**Mordazas.** Son de uso generalizado en los trabajos que realiza el chapista y están destinadas a mantener unidas dos piezas mediante presión (figura 5.17). Existen mordazas con formas muy diversas que permiten adaptarse a diferentes perfiles de unión.

↑ **Figura 5.16.** Trancha plana y trancha curva.

↑ **Figura 5.17.** Diferentes tipos de mordazas de sujección.

## 3.2. Equipos de tracción

Son equipos hidráulicos de accionamiento **manual o neumático** utilizados en la conformación de intensas deformaciones y en procesos de reparación donde es necesario el restablecimiento de las cotas del vehículo con aporte de importantes esfuerzos.

El equipo de tracción está compuesto por un conjunto hidráulico y unos accesorios (figura 5.18).

Dependiendo de los accesorios elegidos en la conformación, se podrán realizar operaciones de estiramiento, empuje y separación.

↑ **Figura 5.18.** Equipo hidráulico y accesorios.

| CONJUNTO HIDRÁULICO | ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS |
|---|---|
| • Generador de presión (bomba principal)<br>• Conducto flexible (manguera de alta presión)<br>• Receptor de presión (gato o cilindro principal) | • Tubos para alargar<br>• Empalmes<br>• Diferentes tipos de cabezas<br>• Mordazas o pinzas de sujeción<br>• Cadenas de tracción |

También se pueden considerar como elementos de tracción las ya mencionadas **ventosas manuales o neumáticas,** muy prácticas a la hora de desabollar o sujetar momentáneamente un panel.

→

## 3.3. Equipos para la aplicación de tratamientos térmicos

Son equipos diseñados para facilitar el trabajo del chapista, ya que **reducen los tiempos de reparación** y ayudan a mantener las condiciones iniciales de la piezas de la carrocería. Disponen de numerosas funciones pero, generalmente, combinan **operaciones de recogido de chapa de zonas amplias y de zonas puntuales**, varias formas de soldadura por resistencia y, de manera auxiliar, intervienen en procesos de desabollado.

Estos equipos para la aplicación de tratamientos térmicos son fundamentalmente de dos tipos: los que consiguen la temperatura **por medio de llama** (soplete oxiacetilénico) y los que la obtienen mediante la **corriente eléctrica** (máquinas de tipo multifunción para uso de electrodos de carbono y cobre).

### Equipo de soldadura oxiacetilénico

↑ **Figura 5.19.** Equipo oxiacetilénico.

Son empleados en las operaciones de **recogido de chapa** de elevada resistencia y espesor que sufre amplios estiramientos. Están formados por los siguientes elementos (figura 5.19):

- Botellas de oxígeno y acetileno.
- Manorreductores de presión 2 para el acetileno y 2 para el oxígeno (alta y baja).
- Mangueras flexibles para la conducción del oxígeno y del acetileno.
- Soplete mezclador y juego de boquillas.
- Válvulas antiretroceso.
- Carro de transporte para facilitar el traslado del equipo.

La utilización de este sistema presenta graves inconvenientes que están haciendo que quede **prácticamente en desuso.** Uno es el calentamiento excesivo que sufre la chapa de forma repentina, provocando deformaciones en las piezas y cambios en la estructura del acero, y otro la presencia de oxígeno en la reparación, lo que facilita la aparición del fenómeno de la corrosión.

En trabajos de reparación **con carrocerías de aluminio** se podrá emplear ya que el trabajo sobre este material hay que llevarlo a cabo en caliente y nunca en frío porque aumenta la fragilidad del material y puede producir agrietamientos.

### Equipo de soldadura por resistencia eléctrica

↑ **Figura 5.20.** Equipo multifunción.

Son máquinas que ejercen un calentamiento puntual de la chapa de forma controlada y automática. Estos equipos comprenden los siguientes elementos (figura 5.20):

- Unidad de alimentación y control. Formada por un transformador, un rectificador y sus dispositivos de regulación y mando. Con esta se consigue regular la intensidad y duración del tiempo de paso de la corriente dependiendo de la operación a realizar.
- Pinza de soldadura neumática.
- Manguera de masa. La masa se colocará en una zona de chapa viva cerca de la zona que hay que repasar.
- Otros accesorios. Manguera con pistola de soldadura en la que se pueden acoplar el electrodo de carbono o el de cobre, el martillo de inercia y los útiles para el soldado de espárragos, arandelas, estrellas, etc.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Realiza un cuadro resumen del equipamiento necesario en reparación de carrocerías y sus aplicaciones.

**Solución:**

| APLICACIONES DEL EQUIPAMIENTO PARA EL REPASO DE CHAPA | | | |
|---|---|---|---|
| **EQUIPAMIENTOS** | | **TIPOS** | **APLICACIONES** |
| **Conformación** | **Herramientas manuales de percusión** | Martillos de golpear | • Conformación de grandes deformaciones en elementos estructurales.<br>• Golpeteo de tranchas y cinceles. |
| | | Martillos de acabado | • Acabado final de la chapa. |
| | | Martillos de inercia | • Conformación de deformaciones en zonas de difícil acceso. |
| | | Lima de repasar | • Eliminación de tensiones y suavizado en paneles. |
| | | Mazos | • Conformación de pequeñas deformaciones y alivio de tensiones. |
| | **Herramientas manuales pasivas** | Tases<br>Palancas<br>Tranchas | • Desabollado de paneles en zonas de acceso directo.<br>• Desabollado de paneles en zonas de acceso limitado.<br>• Recuperación de quebrantos y líneas de piezas.<br>• Sufridera en zonas de acceso limitado. |
| **Equipos de tracción** | | Gatos hidráulicos de tracción | • Aplicación de esfuerzos para la recuperación de deformaciones importantes.<br>• Conformación de intensas deformaciones y en procesos de reparación donde es necesario el restablecimiento de las cotas del vehículo. |
| **Equipos de aplicación de tratamientos térmicos** | | Equipo oxiacetilénico | • Recogida de chapa con estiramientos y en zonas de bastante resistencia o gran espesor. |
| | | Equipo para la aplicación del electrodo de carbono | • Recogida de chapa con estiramientos amplios y en zonas de poca resistencia. |
| | | Equipo para la aplicación del electrodo de cobre | • Recogida de chapa con estiramientos puntuales y en zonas de bastante resistencia o gran espesor. |

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**2.** Identifica y anota la función de cada uno de los elementos específicos que se incluyen en la caja de accesorios de una máquina multifunción.

→

# 4. Detección o diagnóstico de anomalías

Cuando un automóvil ha sufrido un accidente y, en consecuencia, la carrocería sufre deformaciones, hay que **determinar la importancia del daño sufrido con la mayor exactitud posible** antes de comenzar a trabajar en la reparación. En ocasiones golpes muy aparatosos han afectado solamente a las planchas de revestimiento superficial (aletas, capós, etc.) y no tienen mayor importancia; pero otras veces ocurre que golpes aparentemente menos importantes han podido afectar de forma grave a las partes estructurales de la carrocería, de modo que su reparación ha de ser mucho más delicada, compleja y cara.

Por tanto, antes de empezar a reparar es necesario hacer una **inspección previa del daño** (figura 5.21). En la mayoría de los casos, la detección de una abolladura no suele entrañar dificultad mediante una apreciación visual o a través del tacto. La localización visual de una abolladura es más fácil en vehículos con colores oscuros. En caso de pequeñas deformaciones, hay que jugar con la luz y con los reflejos que esta produce sobre la chapa.

↑ **Figura 5.21.** Ejemplo de daño en vehículo.

Las deformaciones producidas en la carrocería se pueden clasificar por zonas de choque del siguiente modo:

- Colisión frontal central.
- Colisión frontal lateral.
- Colisión delantera en diagonal.
- Colisión lateral central.
- Colisión posterior central.
- Colisión posterior en diagonal.

## 4.1. Detección visual

Para comprobar los daños producidos en una pieza, primero se realiza una inspección visual (figura 5.22). Los daños serán más o menos visibles dependiendo de la magnitud y la zona del golpe. Esta evaluación se realizará principalmente sobre los siguientes aspectos:

- Detección de pliegues y arrugas en elementos de la carrocería.
- Detección de piezas amovibles con ajustes defectuosos (puertas, aletas, etc.).
- Detección de agrietamientos en pintura, masillas o selladores.
- Detección de irregularidades en la parte mecánica, como rotura o deformación de *silentblocks* o desplazamiento de los mismos.

↑ **Figura 5.22.** Detección visual.

Si existe cierta dificultad para encontrar el daño, la inspección visual se realizará desde diferentes ángulos, usando los contrastes y reflejos ocasionados por la incidencia de la luz sobre la pieza como apoyo para la inspección.

## 4.2. Detección mediante lijado

Este sistema se utiliza en muchas ocasiones como complemento del sistema de detección visual. Consiste en hacer suaves pasadas, en sentido longitudinal, con un taco de goma con lija de grano fino o lima de carrocero sobre la deformación (lijado suave). Así se consigue un lijado más intenso en las zonas sobreelevadas, y una ausencia del mismo en las depresiones de la deformación (figura 5.23).

↑ **Figura 5.23.** Detección mediante lijado.

## 4.3. Detección por apreciación al tacto

Esta técnica trata de localizar pequeñas imperfecciones en la plancha. Para ello, es necesario hacer sucesivas pasadas con la palma de la mano y en diferentes direcciones sobre la superficie dañada, comenzando por una zona exenta de deformación y, sin levantar la mano, seguir su desplazamiento por toda la zona abollada para acabar en otra zona no afectada (figura 5.24). Así podremos diferenciar las zonas altas y bajas de la deformación.

Se recomienda utilizar la mano contraria a la que se usa para golpear, pues se considera que presenta mayor grado de sensibilidad.

↑ **Figura 5.24.** Detección al tacto.

## 4.4. Detección mediante peine de siluetas

Es una herramienta específica: al ser aplicada sobre la superficie irregular de la pieza dañada, sus láminas o varillas de acero se deslizan y adaptan a los contornos de la pieza, haciendo una reproducción exacta de su forma y perfil (figura 5.25).

El método operativo a seguir será el de copiar una forma de referencia igual a la de la zona a reparar con el peine para, posteriormente, situar el peine sobre la zona deformada y así poder realizar una comparación y evaluación del daño.

↑ **Figura 5.25.** Detección mediante peine de formas.

→

# 5. Tipos de abolladuras

Una abolladura es la variación de forma sufrida con respecto a la original por una pieza de la carrocería como consecuencia de un impacto.

Por la forma en que se producen, podemos distinguir dos tipos:

- **Abolladura directa.** Son más fáciles de detectar y suelen estar situadas en la zona inmediata al área de impacto. Este tipo de abolladuras ocasiona el plegado y doblado de la estructura en la zona, así como otros desalineamientos en la misma sección que ha sufrido la colisión.
- **Abolladura indirecta o estructural.** Son daños no visibles que afectan a partes estructurales y que son producidos en la mayor parte de los casos como consecuencia de la transmisión de fuerzas de unas zonas a otras del vehículo.

Independientemente del tipo de abolladura sufrida en la carrocería, los daños se pueden clasificar teniendo en cuenta dos parámetros fundamentales que son la **intensidad** (grado de deformación) y la **extensión** (superficie deformada) de la chapa deformada. Tampoco hay que olvidar el factor de accesibilidad a la hora de enmarcar un daño. De esta forma podemos englobar los daños del siguiente modo:

- **Daño leve.** Aquí se engloban pequeños daños superficiales del tamaño de un puño (rayaduras de hasta 30 cm de longitud por 5 cm de ancho) y deformaciones muy puntuales de fácil reparación.
- **Daño medio.** Todos los que sobrepasen al daño leve más todos aquellos que no superen el 25% de la superficie de una pieza grande (capós, portones traseros y techos).
- **Daño fuerte.** Todas aquellas deformaciones que superen el 25% de la superficie de la pieza.

**Ley del desabollado**

Para desabollar una superficie hay que ejercer una fuerza en sentido inverso a la que produjo la abolladura y en orden también inverso al del proceso de la abolladura.

## Desabollado

El desabollado es un conjunto de operaciones destinadas a restablecer, de la manera más aproximada posible, la forma y características técnicas originales de la pieza deformada.

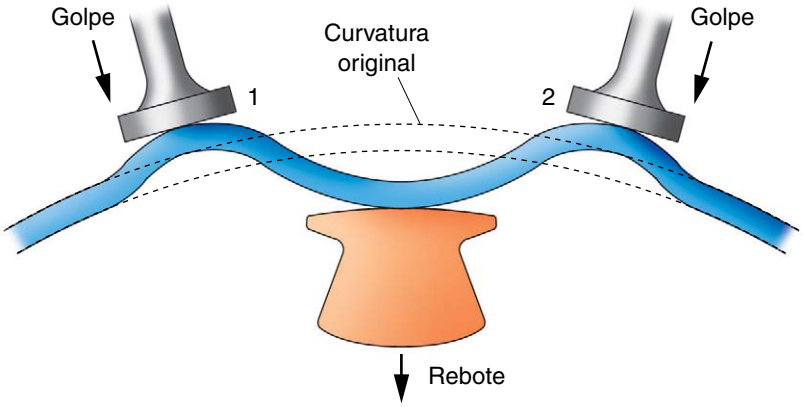
Para conseguir un desabollado de calidad es necesario conocer previamente el comportamiento del material, las técnicas de trabajo y las herramientas, así como contar con una experiencia y práctica en trabajos de desabollado.

La característica principal de las abolladuras es la aparición de una depresión en la forma de la plancha que queda delimitada en toda, o buena parte, de su periferia, por un plegamiento que recibe el nombre de cresta. Desde ella se forman pliegues que ejercen resistencia e impiden que el material de la plancha regrese a su posición de origen una vez que ha cesado el esfuerzo que provocó su deformación.

Existe una serie de técnicas básicas y métodos para conseguir el desabollado que anteriormente han sido citados.

Se pueden encontrar diferentes tipos de desabollado dependiendo de la extensión del desperfecto. A continuación se detallan dos procedimientos o técnicas de restablecimiento de la superficie mediante tas y martillo:

- **Desabollado con golpeo fuera de sufridera. Especial indirecto**. Tiene lugar cuando la deformación es grande y existe una depresión entre dos elevaciones por encima del nivel original de la chapa (el tas no cubre la deformación en su totalidad). Se golpeará con el martillo sobre las protuberancias, y se apoyará con el tas haciendo presión por la parte posterior a la depresión (figura 5.26). Se repetirá este proceso hasta que se pueda abarcar toda el desperfecto con el tas. Resumiendo, se puede decir que se produce la conformación de las zonas altas con el martilleo, y se reduce la depresión con el tas. Además, al no coincidir martillo y tas no se produce estiramiento de la chapa.

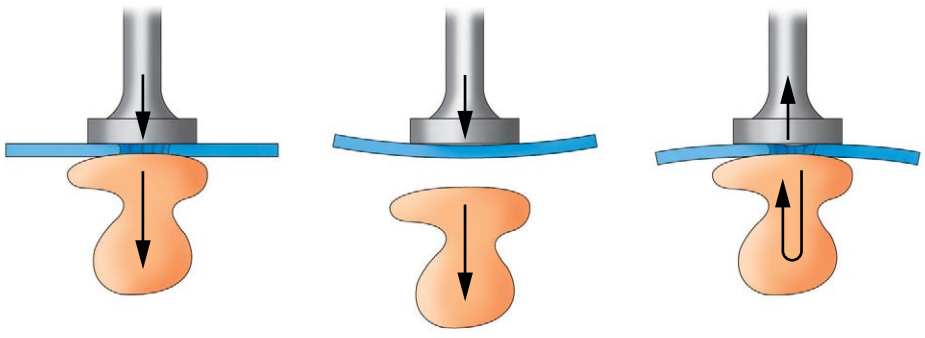



↑ **Figura 5.26.** Desabollado indirecto.

- **Desabollado con golpeo sobre sufridera. Especial directo** (figura 5.27). El golpeteo del martillo sobre el tas expande el material y puede producir elevaciones sobre la superficie de la chapa. Durante el golpeo, el tas se separa por un espacio corto de tiempo. A la vez, la chapa ejerce de muelle y el martillo rebota, lo que provoca que la presión que ejerce el chapista sobre el tas haga que este golpee la parte interior de la chapa.

  Cuanto mayor sea la presión ejercida por el tas contra la pieza o el golpe del martillo, con mayor fuerza volverá el tas contra la superficie.

En ambos casos, una vez que se ha obtenido de forma aproximada la forma original de la pieza, se puede terminar el trabajo de conformado con un golpeo suave sobre la sufridera (repasado). Posteriormente, se efectúa un limado longitudinal de la zona con el objetivo de descubrir si existen pequeñas deformaciones residuales.



↑ **Figura 5.27.** Desabollado directo.

→

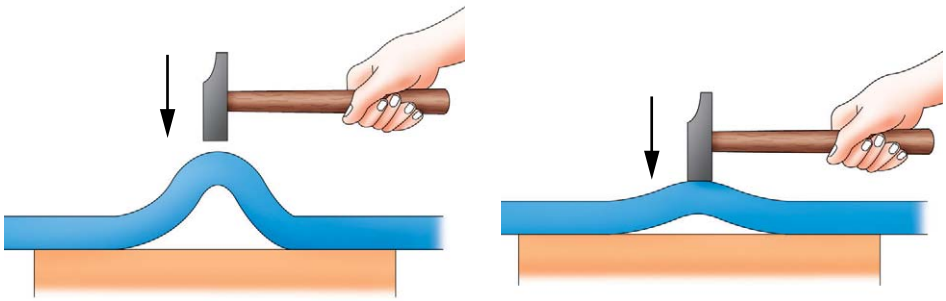
# 6. Operaciones básicas del chapista

A continuación se van a describir las operaciones fundamentales que debe conocer un chapista durante la acción de conformado o golpeo continuado de la chapa.

## 6.1. Aplanado

El aplanado o alisado es la operación para obtener, en la superficie de la plancha que ha sido reparada, un estado de alisado lo más parecido posible a las planchas que salen de las prensas de embutición.

Para realizar el aplanado se golpea de forma continua con el martillo de repasar (o con la lima de repasar) en la parte más saliente, de forma que las protuberancias sean cada vez menores. Así sucesivamente se seguirá hasta hacerlos desaparecer (figura 5.28). La técnica consiste en trabajar con golpes rápidos, muy próximos y no demasiado fuertes. Con la mano se va palpando la superficie para ver si, en efecto, se logra el restablecimiento de la forma por igual en toda la superficie. Para evitar el alargamiento de la misma se impedirá que el tas entre en contacto con la misma en el punto de incidencia del martillo; para ello debemos realizar una acción combinada de **movimientos martilleo-sufrido,** es decir, golpear con el martillo y sujetar la chapa con el tas.



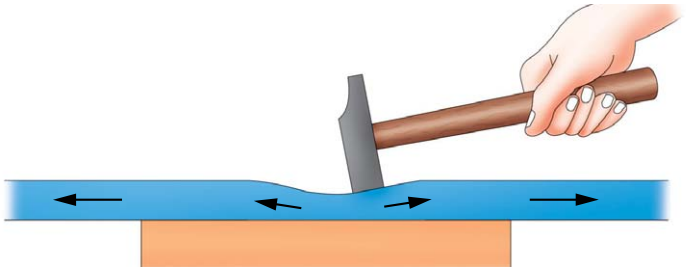
↑ **Figura 5.28.** Aplanado.

## 6.2. Estirado

Es la operación de alargamiento de una pieza mediante la que se consigue un aumento de superficie por plasticidad, en detrimento de su espesor (figura 5.29).

El estirado se puede realizar con el tas justo en la línea, con el golpe del martillo en la parte opuesta a la chapa y en contacto con ella.

Esta técnica se utiliza para cubrir zonas en las que el material no llega, o bien se requiere que la chapa tenga menor espesor y resistencia. Para desplazar el material hace faltar dar cierta orientación al martillo.

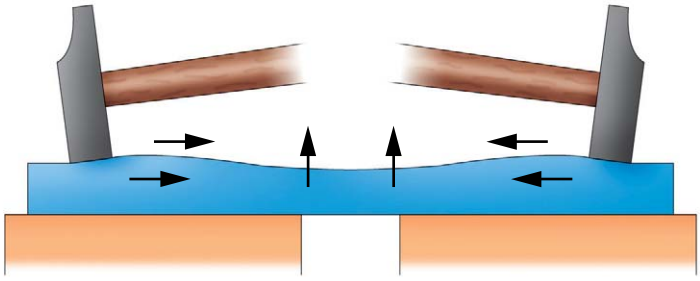


↑ **Figura 5.29.** Estirado.

## 6.3. Recalcado o recogido

Se trata de la operación contraria al estirado, es decir, se aumenta la sección de la pieza o chapa en detrimento de su superficie. Se utiliza este sistema cuando la chapa se ha alargado o estirado a causa de un desabollado defectuoso o cualquier otro motivo en el que sea necesaria la absorción de material.

El recalcado se realiza golpeando la chapa de forma que se vayan describiendo círculos concéntricos desde la periferia hacia al centro (figura 5.30).



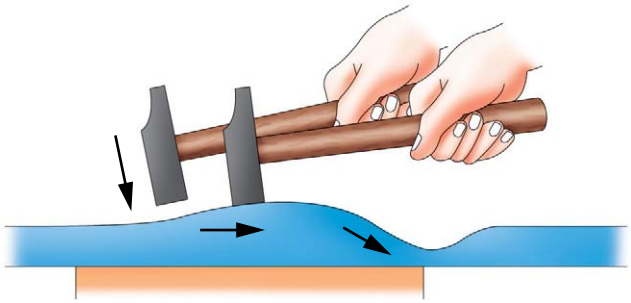
↑ **Figura 5.30.** Recalcado o recogido.

## 6.4. Batido

Al realizar esta operación y debido a la plasticidad del acero, el material es desplazado de unas zonas a otras mediante el golpeteo del martillo sobre un lado de la chapa y el tas apoyado sobre la cara posterior. Esta técnica puede resumir las otras tres, aplanado, estirado y recalcado y, por tanto, puede realizar tres grandes funciones:

- Igualar superficies.
- Desplazar material.
- Reforzar zonas afectadas.

El batido se lleva a cabo mediante el golpeo con el martillo, manteniendo este una cierta inclinación en la dirección en que necesitamos desplazar el material e incidiendo directamente sobre la chapa, cuando el tas esté apoyado sobre ella por el otro lado (figura 5.31).



↑ **Figura 5.31.** Batido.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**3.** Realiza las operaciones básicas del chapista sobre diferentes piezas.

→

# 7. Características del tratamiento mecánico de la chapa

El tratamiento mecánico es un proceso de conformación de la chapa denominado también **trabajo en frío;** mediante él, la pieza es sometida a una serie de esfuerzos de batido por medio de herramientas de conformación, con el objeto de conseguir restablecer su forma original. Para ello, se aplican sobre la chapa fuerzas de igual intensidad y de sentido contrario a las del efecto que las produjo.

A continuación se desarrollan las fases más importantes a tener en cuenta en un proceso de reparación en frío:

1. Preparación del **equipo de protección individual** adecuado; se ha de tener en cuenta que una mala elección de útiles o herramientas puede provocar un acabado no satisfactorio del mismo.
2. Elección de los útiles principales que se emplean para la reparación de zonas de fácil acceso desde ambos lados de la pieza. Las herramientas principales utilizadas en esta fase son:
   - Tas o sufridera.
   - Martillo.
   - Palancas.
   - Limas de carrocería.
   - Equipos de tracción, etc.

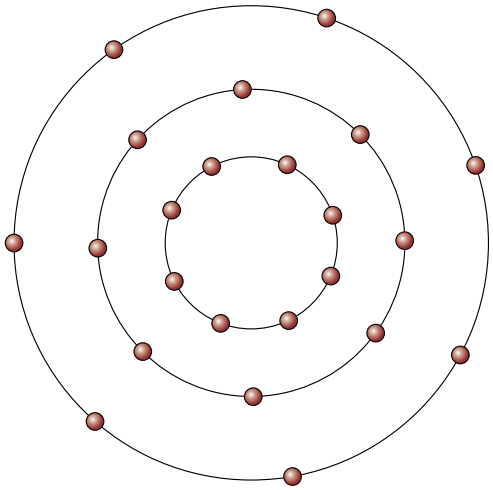
   La utilización conjunta de tas y martillo sirve para eliminar, por medio de golpes, las diferentes deformaciones que presenta una pieza.
3. Desmontaje de los guarnecidos y accesorios de la parte dañada de la pieza, si los tuviera, con objeto de tener una mayor accesibilidad y poder trabajar de la forma más adecuada posible.
4. Realización de una primera conformación en paneles con una deformación importante mediante la tracción de la zona más dañada con equipos como martillo de inercia o equipo hidráulico provistos de ventosa (figura 5.32). De este modo, se consigue extraer la mayor parte de la deformación sin causar ningún estiramiento en la chapa.

↑ **Figura 5.32.** Ejemplo de tracción con martillo de inercia.

5. **Eliminación de tensiones** del panel mientras se mantiene la tracción con cualquiera de los equipos citados anteriormente. Para ello, es necesario aplicar pequeños golpes con un mazo de goma en el contorno y las partes altas de la deformación.

6. Utilización de los **martillos de repasar y los tases** más adecuados para corregir las deformaciones que hayan podido quedar después de una primera conformación con equipos de tracción, evitando en lo posible que la chapa tenga sobreestiramientos adicionales como consecuencia de un defectuoso proceso de desabollado.

7. En el caso concreto del tratamiento de pequeños estiramientos, se recomienda golpear desde la **parte exterior hacia el centro** formando círculos concéntricos (figura 5.33).



↑ **Figura 5.33.** Círculos concéntricos.

8. Como regla general, en los procesos de desabollado resulta conveniente no efectuar golpes muy fuertes con el martillo; estos deben ser de escasa magnitud y en gran cantidad. De igual forma, la distancia entre el punto de impacto y el tas será la menor posible.

9. Se podrá utilizar el tas y las limas de repasar para tratar deformaciones de escasa magnitud. Con la lima se consiguen golpes de mayor precisión y repartidos más uniformemente, además de evitar el sobreestiramiento del material.

   Una vez realizados los tratamientos mecánicos en abolladuras y, como consecuencia de los mismos, persistirán deformaciones residuales en la zona dañada, por ejemplo el debilitamiento del material de la pieza. Para conseguir con ciertas garantías el restablecimiento de propiedades como el tensado y el espesor original de la pieza, será necesaria la aplicación del adecuado tratamiento térmico.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**4.** Realiza, sobre piezas de chapa, una reparación con pequeños estiramientos que incluya la técnica de círculos concéntricos.

**5.** Realiza los tratamientos mecánicos adecuados sobre dos piezas dañadas con diferente límite elástico y analiza el comportamiento de ambos aceros durante la reparación.

→

# 8. Tratamiento térmico de la chapa

Los tratamientos térmicos se emplean como complemento a los tratamientos mecánicos de la chapa o, directamente, en procesos donde hay que recoger estiramientos muy puntuales.

Esta técnica consiste en la **aplicación de calor a la chapa seguido de un enfriamiento** con el objeto de recoger de forma puntual estiramientos, o de producir el tensado de la pieza al haber una absorción o contracción de material. Este calentamiento localizado y rápido de la chapa consigue un aumento de su sección al tiempo que disminuye su superficie.

**Soldadura oxiacetilénica vs. Soldadura eléctrica**

Los equipos oxiacetilénicos están prácticamente en desuso porque modifican las propiedades de la chapa al existir riesgo de corrosión y de sobrecalentamiento. El tiempo de exposición del material a altas temperaturas es mayor que con el empleo de equipos de **soldadura por resistencia eléctrica**.

## 8.1. Equipos para la aplicación de tratamientos térmicos

Los equipos para la aplicación de tratamientos térmicos son básicamente de dos tipos:

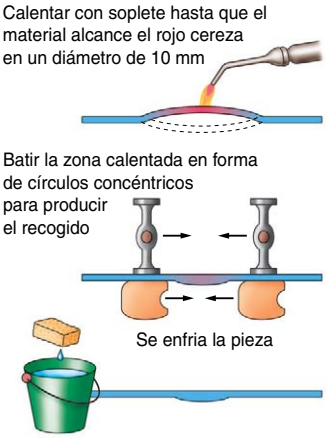
- **Equipo de soldadura oxiacetilénica**. Consigue elevar la temperatura por medio de llama.
- **Equipo de soldadura por resistencia eléctrica.** Produce el calentamiento mediante el paso de corriente eléctrica a través de electrodos de cobre y carbono.

## 8.2. Características del proceso de absorción por calentamiento

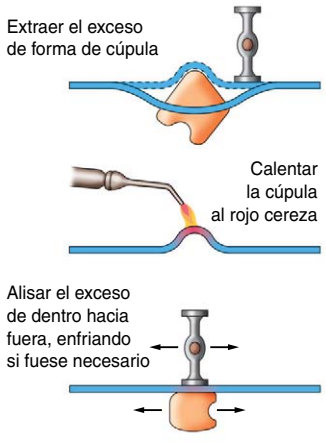
Los tratamientos térmicos se basan en un calentamiento de la chapa seguido de un enfriamiento rápido que produce una contracción del material.

Se puede comprobar si una **abolladura es elástica** ejerciendo una presión manual sobre la superficie dañada. Si se trata de este tipo de abolladura, la superficie permanecerá hundida, y únicamente recuperará su forma original si se ejerce presión sobre el lado opuesto.

Para hacer desaparecer este tipo de abolladura se realiza un calentamiento puntual del material comenzando por el centro; a continuación, se procede al alisado con martillo y tas hacia el centro del punto calentado. Finalmente, se producirá un enfriamiento rápido de la zona por medio de un paño húmedo para reforzar el efecto de absorción (figura 5.34).




↑ **Figura 5.34.** Proceso de eliminación de abolladura elástica.




↑ **Figura 5.35.** Recogido de exceso de material.

También se puede ocasionar un tipo de abolladuras que contienen **exceso de material debido a un fuerte estiramiento o hipertensión** de la chapa (figura 5.35). La forma de actuar sería extraer el material en una o varias cúpulas para posteriormente calentarlas y alisarlas con un tas y un martillo, pero en sentido contrario que en una abolladura elástica, es decir, desde el centro hacia fuera.

La elección del electrodo para producir el calentamiento de la chapa dependerá principalmente de las características propias de la chapa y del tipo daño.

El **electrodo de carbono** (figura 5.37) se empleará en deformaciones amplias con poco **estiramiento y en zonas de poca resistencia**, así como en aquellas zonas a las que resulta difícil acceder con las herramientas de sufrir. Es necesario efectuar un lijado previo al proceso de calentamiento para eliminar restos de pintura u otros materiales que impidan el paso de la corriente eléctrica, ya que la chapa se calienta por medio de la corriente eléctrica y se enfría con agua. También es muy práctico utilizareste sistema en chapa de poco espesor.

↑ **Figura 5.36.** Ejemplo de recogido con electrodo de cobre.

La zona de aplicación del **electrodo de cobre** (figura 5.36) al igual que la del electrodo de carbono y por los mismos motivos, necesita de superficies limpias. Esta técnica se utiliza en **estiramientos pequeños y puntuales**, a los que se aplican pequeños calentamientos de forma muy rápida. Esto hace que actualmente sea el método más usado, ya que permite controlar con mayor exactitud las aplicaciones en zonas hundidas o en abultamientos de la zona dañada. Se aplicará en el centro de las zonas hundidas o de los abultamientos.

↑ **Figura 5.37.** Ejemplo de recogido con electrodo de carbono.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

**Detalla paso a paso el proceso de reparación con aportación de calor mediante la máquina multifunción o mediante soldadura por resistencia eléctrica.**

**Solución:**

1. Preparar el equipo de protección individual adecuado y la máquina multifunción con los accesorios necesarios, posicionar interruptores selectores y potenciómetros. Una mala selección de los parámetros correctos complica la reparación, y por eso se aconseja efectuar previamente una prueba en una chapa del mismo espesor que la del vehículo a reparar.
2. Comprobar el grado de deformación.
3. Una vez detectada la deformación, preparar una zona para asegurar el contacto eléctrico entre el borne de masa y la pieza, situándolo lo más cerca posible de la zona a recoger. Para ello eliminaremos, mediante un disco de bajo poder abrasivo, la pintura de la zona de aplicación del electrodo positivo y del electrodo de masa. La superficie de contacto del electrodo de masa con la chapa siempre ha de ser superior a la del electrodo positivo; de lo contrario, se calienta la zona del electrodo de masa.
4. Hacer el ajuste de intensidad de trabajo en la máquina de aplicación de calor.
5. Detectar con la mano las zonas altas donde se deberá aplicar el electrodo.
6. Ejercer una primera aplicación de calor al mismo tiempo que se presiona ligeramente sobre la zona (incluso un segundo después de haber soltado el interruptor), hasta que la chapa alcanza el color rojo cereza, momento en que la chapa aumenta de espesor.
7. Comenzar dando puntos de calor en la parte más saliente y, si es necesario, realizar series de puntos concéntricos.
8. Retirar el electrodo y enfriar la zona con un paño húmedo para reforzar el efecto de recogido. Esta operación de calentamiento-enfriamiento puede repetirse varias veces en función de la extensión deformada y del grado de estiramiento que presente.
9. Suavizar la chapa con unos golpes de lima de repasar para eliminar las tensiones generadas por la aplicación de calor.
10. Finalmente, mediante un lijado con máquina excéntrico-rotativa, se eliminarán las pequeñas marcas dejadas por el electrodo.

→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

1. ¿Qué es el acero y cuáles son sus características?
2. Haz un esquema con los tipos de aceros empleados en la fabricación de carrocerías.
3. ¿Qué son el límite elástico y la zona plástica de una pieza?
4. ¿Qué tipo de tratamientos puede recibir una chapa durante su proceso de reparación?
5. Cita las herramientas de percusión y las herramientas pasivas.
6. ¿Para qué trabajos están diseñados los equipos de tratamientos térmicos?
7. ¿Sobre qué aspectos principales se realiza la inspección visual?
8. ¿Qué es un peine de siluetas?
9. ¿Qué dos técnicas de desabollado existen?
10. ¿Cuáles son las operaciones básicas del chapista?
11. ¿Cómo se trabaja sobre una abolladura elástica?
12. ¿En qué situaciones se utilizará el lápiz de carbono y el electrodo de cobre?

## DE TALLER

1. Selecciona las herramientas de conformación con las que cuenta el taller y realiza una clasificación de las mismas.
2. Utiliza todos los métodos de detección de deformaciones sobre diferentes tipos de daños.
3. Realiza el dibujo de una máquina multifunción y sus accesorios. Indica la función de cada uno de los mandos de regulación, así como la de sus elementos accesorios.

# PARA **PRACTICAR**

## Reparación convencional de la chapa

### HERRAMIENTAS

- Pasivas
- De percusión
- Soldadura por resistencia eléctrica

### MATERIAL

- Aleta trasera

### OBJETIVO

Desarrollar el método de trabajo en una deformación en aleta trasera de acero convencional; en ella se van a utilizar tanto los tratamientos mecánicos como los térmicos.

### DESARROLLO

**1.** Se analizan los daños con el objetivo de elegir el proceso de reparación idóneo y la herramienta más apropiada y delimitar la zona deformada.

**2.** Se alinean las aristas y relajan tensiones en la zona anteriormente delimitada por medio de una lima de repasar.

**3.** Se realiza un tratamiento mecánico por medio de tas y martillo o lima de repasar hasta devolver la forma original a la chapa. Las zonas que necesitan mayor fuerza de conformación se trabajan con tas y martillo.

↑ Análisis de daños.

↑ Limado para relajar tensiones.

↑ Tratamiento mecánico.

**4.** Se aplica spray de control, y se pasa la lima de carrocero con el objeto de facilitar la localización de posibles defectos tras el tratamiento mecánico.

**5.** Se corrigen los pequeños defectos que hayan aparecido por medio del tas y la lima de repasar.

**6.** Se aplica un tratamiento térmico por medio de maquina multifunción y electrodo de cobre en aquellas zonas donde existan sobreestiramientos puntuales de la chapa; a continuación se procede a un enfriamiento rápido con el objetivo de recoger el material.

↑ Uso de lima de carrocero.

↑ Corrección de pequeños defectos.

↑ Tratamiento térmico.

**7**. Se lija suavemente la zona reparada para eliminar las marcas producidas por el electrodo.

→

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** ¿Qué es el batido?

a) Calentar y golpear la chapa.

b) Golpear la chapa.

c) Desplazar el material a la zona deseada.

d) Golpear el martillo de batir.

**2** ¿Cuál de estas operaciones no es propia del chapista?

a) El estirado.

b) El recalcado.

c) El recocido.

d) El aplanado.

**3** ¿Qué es el aplanado?

a) Que la pieza quede plana.

b) La operación de enderezado de una pieza.

c) La operación que deja la pieza plana y más grande.

d) Ninguna de las anteriores.

**4** ¿Cómo se actúa al recoger la chapa?

a) Dando calor y dejando enfriar.

b) Dando calor y golpeando con tas y martillo.

c) Con electrodo de carbono.

d) Dando calor y enfriando rápidamente.

**5** El golpeteo directo del martillo sobre el tas a través de la chapa produce su:

a) Estiramiento.

b) Tensionado.

c) Recogido.

d) Contracción.

**6** La presión ejercida con el tas será:

a) Proporcional a la magnitud de la deformación y a la resistencia de la zona a reparar.

b) La mayor que el chapista pueda ejercer.

c) Proporcional al tamaño del mazo que se emplee para repasar.

d) La suficiente para mantener el tas en contacto con la chapa.

**7** Cuando no es posible detectar una pequeña deformación mediante una inspección visual, se recurre:

a) Al tacto.

b) Al empleo de una radial.

c) A la utilización de una regla graduada.

d) Al auxilio de otro compañero.

**8** ¿Cuál de las siguientes herramientas puede emplearse para detectar deformaciones?

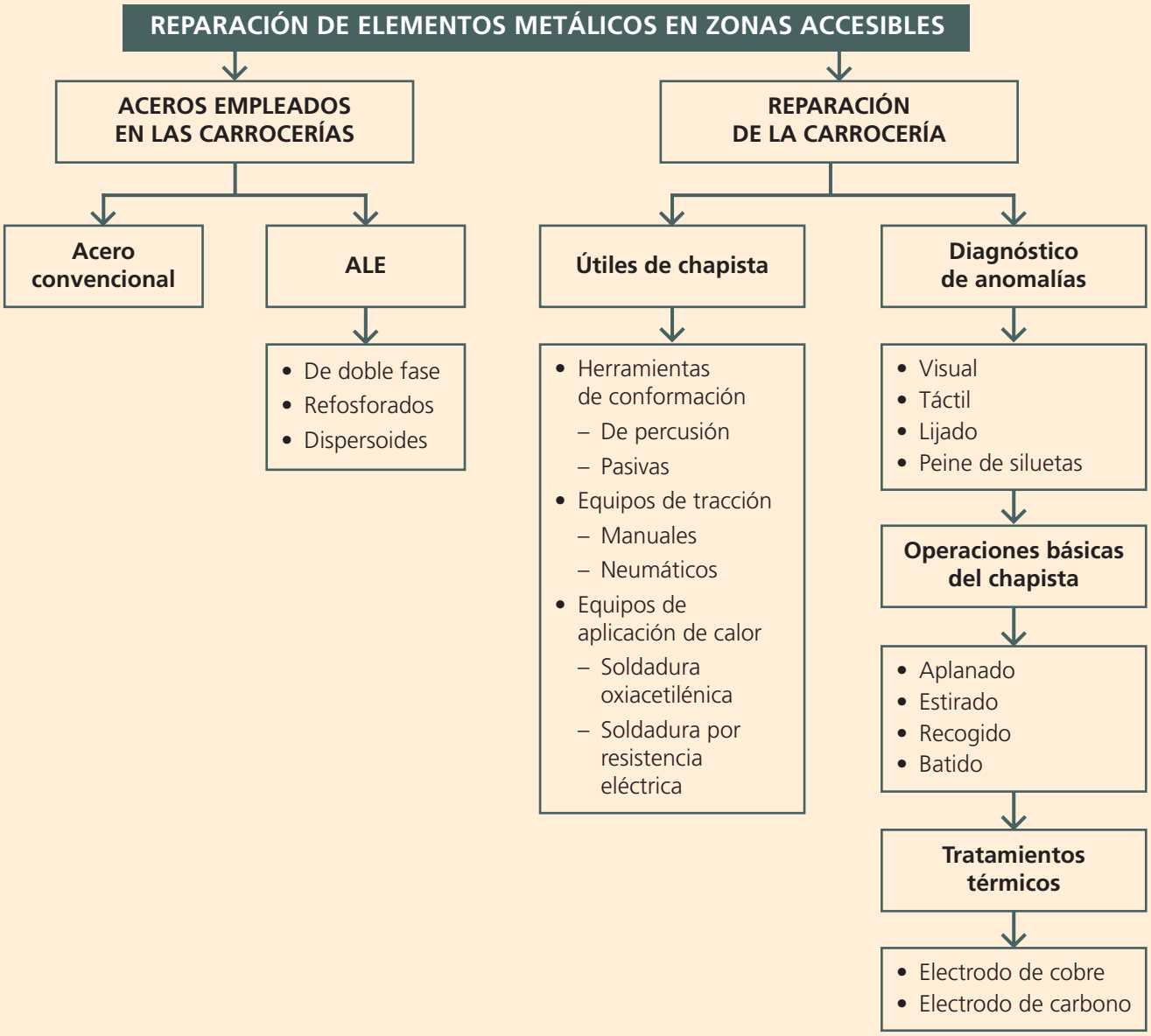
a) Un peine de roscas.

b) Un peine de siluetas.

c) Un lápiz termocromático.

d) Un soplete para calentar la zona y apreciar los cambios de color del acero.

# EN **RESUMEN**




# **AMPLÍA** CON…

- *Aceros especiales. Fichas técnicas de reparación de vehículos.* CESVIMAP. Marzo de 2005.
- *Reparación VOLVO S40. Fichas técnicas de reparación de vehículos.* CESVIMAP. Abril de 2004.
- *Técnicas en la reparación de chapa*. Video CESVIMAP.
- www. wurth.es
- www.rogen.es
- www.spanesi.es

→

# MUNDO DEL AUTOMÓVIL

Los constructores de vehículos centran el diseño de sus nuevos modelos en mejorar sus características en cuanto a aspectos estéticos, técnicos o de seguridad, postergando otros aspectos que no suponen un argumento de venta tan valorado por los clientes.

## Vehículos vulnerables

En la actualidad, ya son varios los fabricantes que están sensibilizados con aspectos como la reparabilidad de sus vehículos o el acceso a las fijaciones de las piezas exteriores del vehículo que, aunque no resultan muy importantes desde el punto de vista de la construcción, sí lo son para los propietarios de los vehículos y las compañías aseguradoras.

El hecho de que existan piezas del vehículo desmontables desde el exterior afecta tanto a los propietarios como a las compañías de seguros. Los primeros descubren la vulnerabilidad de su vehículo frente al robo, ya que, aunque generalmente el valor de las piezas expuestas no es de mucha cuantía, el hurto de la antena o el anagrama, por ejemplo, obliga a la realización de una serie de trámites, cuanto menos engorrosos, como dar parte al seguro, llevar el coche al taller, etc. Las compañías aseguradoras, por su parte, pueden tener que hacerse cargo de las piezas desaparecidas, dependiendo de la modalidad de seguro contratada. En determinadas piezas no accesibles desde el exterior (espejos retrovisores, faros…), existe la posibilidad de fraude por parte del asegurado ya que en ocasiones se reclaman, con la cobertura de robo, piezas que sólo estaban cubiertas con la póliza de daños propios.

Un análisis detallado de la gama de cada marca y de las diferentes marcas de vehículos determina que, en general, comparando modelos antiguos y modernos, estos últimos han mejorado, dificultando la accesibilidad de las piezas desde el exterior, como consecuencia del perfeccionamiento estético. Por ejemplo, actualmente son pocos los vehículos modernos que disponen de piezas exteriores con los tornillos de fijación vistos, como ocurría antes con los pilotos traseros.

Estableciendo una comparación entre las mismas piezas exteriores de distintas marcas de vehículos, se encuentran diferencias destacables; así, la rueda de repuesto, que algunos fabricantes alojan en el exterior del vehículo y otros en el interior, dificultando de este modo su acceso.

No obstante, hay piezas que no han evolucionado, como los cristales de los espejos retrovisores; su fijación sigue siendo accesible desde el exterior en todos los modelos de las marcas, resultando muy común la desaparición de estos elementos.

Asimismo, resultan vulnerables los parachoques de los vehículos, existiendo incluso algunos con para choques de alto precio que se pueden desmontar sin tener que abrir el coche. La apertura del capó delantero, por otra parte, implica el acceso a muchos componentes electromecánicos del vehículo de fácil desmontaje: batería, calculadores, caudalímetros, etc. Analizada la posibilidad de abrir el capó de los diferentes modelos, se ha concluido que, en la mayoría, es posible abrirlo sin romper nada, incluso en los vehículos que tienen protegida la cerradura dentro de una cápsula de plástico.

En definitiva, a pesar de las mejoras de diseño en los vehículos modernos, todavía se puede acceder fácilmente a diversas piezas exteriores como antenas, pilotos laterales, tapacubos, anagramas y logotipos, faros antiniebla, ruedas, etc.

Carlos Hernández. *Revista CESVIMAP*
Marzo de 2005

# Presentación del C5

Continuando con el proceso de renovación constante de modelos en el que los constructores de automóviles están inmersos, uno de los aspectos fundamentales es el de rebajar los tiempos de reparación de vehículos, y así se lo hacen ver a las distintas empresas aseguradoras.

Continuando con la colaboración existente entre los constructores de vehículos y las entidades aseguradoras, el pasado 30 de noviembre tuvo lugar en París la presentación a las mismas del nuevo modelo que Citroën va a lanzar para la gama media – alta, el C5, y a la cual asistió Centro Zaragoza como centro de investigación del automóvil del sector asegurador español.

**La reparabilidad**

Un objetivo importante que CITROËN se fijó en la fase de desarrollo de este modelo fue la mejora de la reparabilidad, en el sentido de reducir los costes de reparación de los golpes a baja velocidad, aspecto que es sumamente importante para las compañías aseguradoras.

La principal novedad que presenta el C5 en este sentido es la incorporación, tanto para la parte delantera como para la trasera, de estructuras de deformación progresivas compuestas por parachoques con traviesa construida con materiales de alto límite elástico, y la utilización de absorbedores piramidales integrados en las puntas de los largueros. Este tipo de estructuras, al deformarse, absorben la energía generada en colisiones no superiores a los 15 km/h, evitando con ello que se dañen piezas colocadas por detrás de ellas.

En este sentido, y para finalizar la presentación, CITROËN mostró los resultados obtenidos por el C5 en los *Crash-Test* a baja velocidad, tanto delantero como trasero, a los que fue sometido, y en los que se pudo comprobar que el C5 tuvo un excelente comportamiento, y unos costes de reparación relativamente bajos, en comparación con los vehículos de su categoría.

*Revista CESVIMAP*
Marzo de 2001

# 6 Reparación de elementos metálicos en zonas cerradas

## para empezar...

En ocasiones, la configuración cerrada de determinadas partes de la carrocería del vehículo o de sus accesorios y equipamientos supone una dificultad de acceso añadida. Además, estas partes a veces imposibilitan el empleo de martillos, tases y palancas para proceder a reparar según el método tradicional. No obstante, existen diferentes soluciones que facilitan la reparación en zonas de estas características mediante el empleo de equipos especiales.

## qué sabes de...

1. ¿Qué es una soldadura multifunción?
2. ¿Qué ventajas tienen los equipos de tracción utilizados en la reparación de zonas sin acceso?
3. ¿Qué elementos componen un sistema de reparación mediante ventosas adhesivas?
4. ¿En qué tipos de reparación se utilizan las varillas o barras recuperadoras?

## ... vamos a conocer

1. Desabollado mediante soldadura multifunción
2. Reparación de chapa mediante equipo de tracción
3. Sistema de reparación mediante soldadura y aire: desabollador neumático
4. Equipo de reparación mediante ventosas adhesivas
5. Equipos de reparación mediante varillas o barras recuperadoras

PARA **PRACTICAR**
Reparación complementaria del sistema de varillas

## y al finalizar...

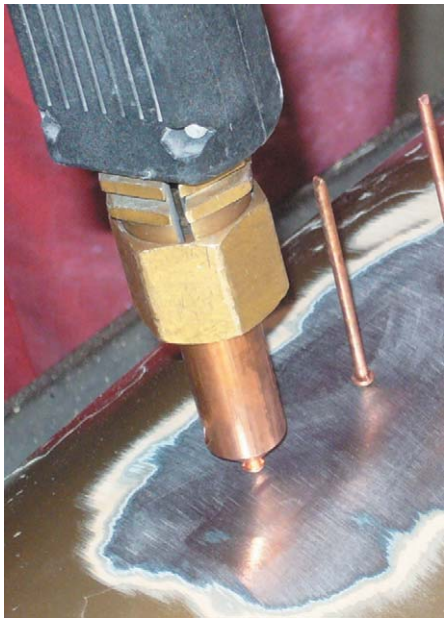
- Sabrás diferenciar los diferentes útiles de que constan los sistemas de reparación utilizados para zonas de difícil acceso.
- Conocerás los procesos de reparación más utilizados para restablecer zonas deformadas de difícil acceso.

# 1. Desabollado mediante soldadura multifunción

Cuando la **zona de trabajo es inaccesible** desde la parte interior, o es necesario desmontar gran número de piezas para poder alcanzarla, se puede emplear la técnica de desabollado **mediante equipos de soldadura multifunción.** Una de sus capacidades es la de producir **un calentamiento de la chapa** que permita eliminar abolladuras o relieves operando exclusivamente por el lado externo de la carrocería. También se usa para **unir piezas** mediante la pinza de soldadura por puntos. Esta última función, además de la **soldadura efectuada por la pistola** (de tornillos de distintos diámetros, arandelas, remaches y soportes varios), completa la gama operativa puesta a disposición del trabajador con este tipo de unidades.

Este equipo se suele utilizar para reparar daños leves que presenten gran resistencia a la conformación por métodos tradicionales y en los que también se haya producido un deterioro considerable de la pintura del vehículo.

Este sistema permite soldar piezas (pernos, clavos, arandelas, etc.) para extraer golpes o abolladuras. En caso de soldar clavos (figura 6.1), estos son colocados a una distancia de, aproximadamente, 3 cm. Una vez soldados, se extrae el golpe por mediación del martillo de inercia (figura 6.2). Dependiendo del perno utilizado tendremos que extraerlo mecánicamente (cortar cabeza) o mediante un simple giro de 180° (arandelas). También permite soldar remaches especiales para molduras.



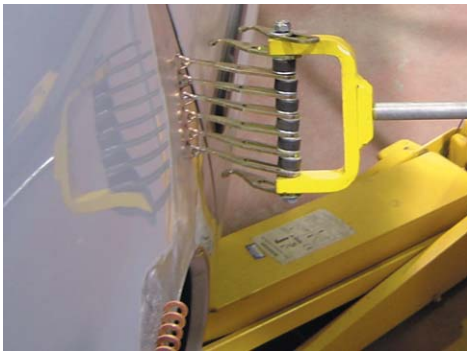
↑ **Figura 6.1.** Soldadura de clavos.

↑ **Figura 6.2.** Tracción sobre clavos.

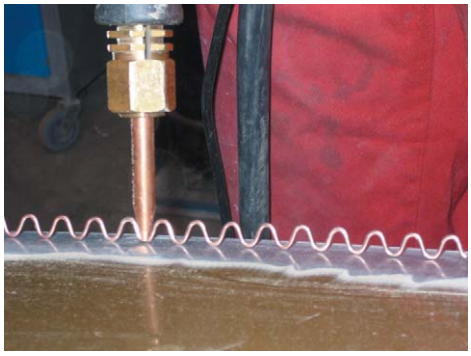
Otra forma de trabajo muy común es la **soldadura por resistencia eléctrica** de una serie de arandelas metálicas (figura 6.3) de manera que, con la ayuda de un martillo de inercia, el chapista pueda efectuar tracción sobre ellas (figura 6.4) y sacar la chapa hacia el exterior recuperando la forma deseada. Estas arandelas se sueldan en la parte más profunda de la chapa deformada, y pueden emplearse de una en una o, en el caso de que la zona deformada sea amplia, soldar varias y actuar sobre todas al tiempo (figura 6.5). Una vez que se ha terminado de efectuar la tracción, estas arandelas se eliminan fácilmente mediante un giro, sin dejar por ello residuos dignos de mención.

↑ **Figura 6.3.** Soldadura de arandelas sobre una deformación.

↑ **Figura 6.4.** Tracción sobre una arandela.



↑ **Figura 6.5.** Tracción sobre varias arandelas de forma simultánea en la acción de estirado.



↑ **Figura 6.6.** Soldadura de alambre en espiral.

↑ **Figura 6.7.** Ejemplo de soldadura por puntos.

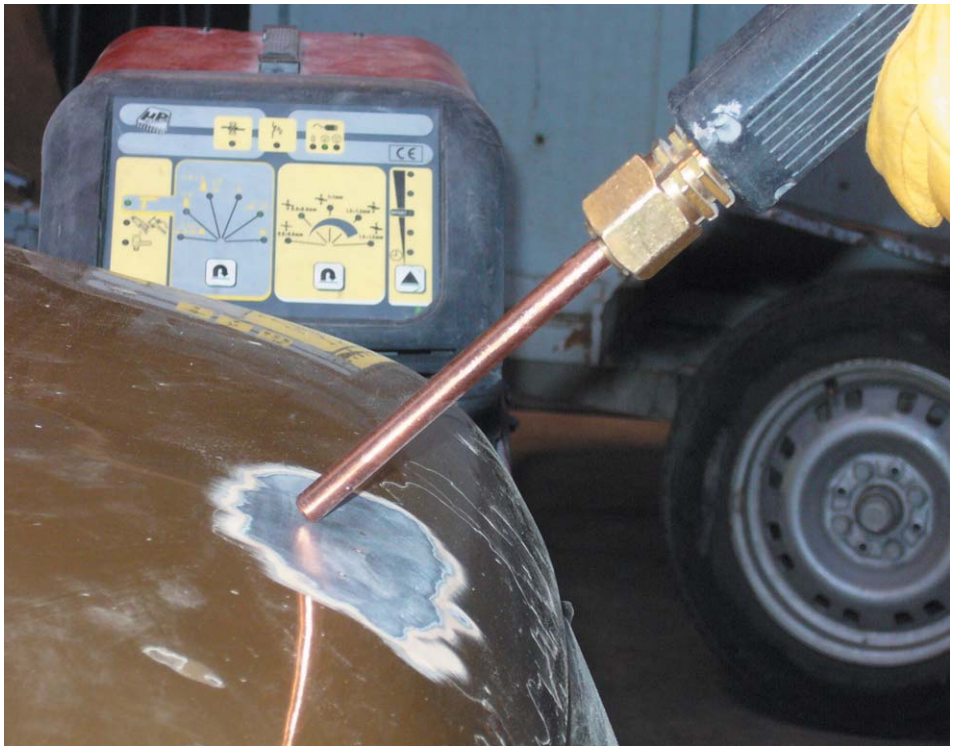
Un accesorio muy utilizado con este tipo de equipamientos es el alambre ondulado, que permite tirar al mismo tiempo de varios puntos, disminuyendo así el riesgo de formación de puntas de fuerza en la chapa. La forma empleo de este accesorio es la siguiente:

- Se dobla el alambre ondulado de modo que cada arco entre en contacto con la chapa tan solo de forma individual.
- Se fija mediante soldadura cada uno de los arcos (figura 6.6).
- Se suelda siempre en dirección a la masa del transformador, nunca en sentido contrario. De esta manera se facilita el paso de la corriente y, por tanto, un mejor contacto.

→

A continuación se resumen los trabajos básicos que se pueden realizar con un equipo multifunción:

- Sujeción de masa lo más cercana posible a la zona dañada.
- Soldadura de clavos, arandelas, electrodos de estrella, remaches y tornillos.
- Soldadura por puntos mediante pinza neumática (figura 6.7).
- Tiro de arandelas con martillo de inercia.
- Tiro de arandelas con garras múltiples.
- Soldadura de espiral con electrodo.
- Operaciones de recalcado y punteado (figura 6.8).



↑ **Figura 6.8.** Ejemplo de puntedado con soldadura mulftifunción.

A la hora de usar un equipo multifunción se debe tener en cuenta una serie de aspectos importantes o sugerencias de aplicación con objeto de obtener el máximo rendimiento:

- **Limpiar** siempre de barniz, grasa, polvo etc. la pieza a reparar.
- **Apretar bien el electrodo** y colocarlo en el objeto a puntear ejerciendo una ligera presión; alejar la pistola una vez efectuado el punteado para evitar chispas y soldaduras imperfectas.
- No trabajar alejado de la mordaza de masa, y verificar que el contacto con la chapa es bueno.
- En el caso de chapas, poner en contacto las dos partes presionadas con mordazas y no con la pistola, evitando así ejercer una presión muy elevada.
- Verificar que la punta del electrodo no esté defectuosa, rota o muy desgastada.
- Recordar que una **potencia muy elevada** puede llevar a un consumo excesivo del electrodo y, en consecuencia, a su quemado.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

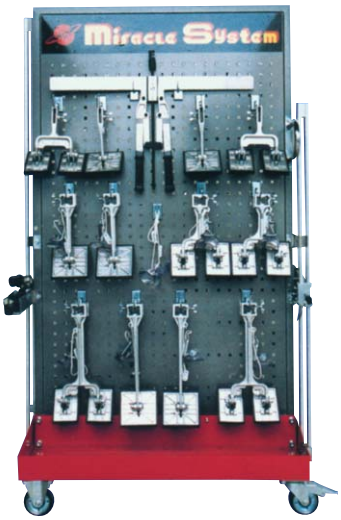
Busca las posibles causas de los problemas que se pueden dar durante el trabajo con equipos multifunción y sus accesorios, y ordénalos en un cuadro resumen.

**Solución:**

| CAUSAS DE LOS PROBLEMAS EN EL TRABAJO CON EQUIPOS MULTIFUNCIÓN | |
|---|---|
| **PROBLEMA** | **CAUSAS PROBABLES** |
| **El electrodo de carbono se enciende y se apaga** | • Falta presión en el pulsador de la pistola o pulsador defectuoso<br>• Electrodo defectuoso<br>• Falta conexión entre el electrodo y el porta electrodo |
| **El electrodo de carbono se quema y se consume muy rápidamente** | • Potencia excesiva<br>• Electrodo de mala calidad |
| **La chapa no se calienta y el electrodo se quema** | • Suciedad en la zona de trabajo: presencia de barniz, grasa, polvo, oxido, etc.<br>• Insuficiencia de la presión ejercitada con la pistola |
| **Al soldar chapas, la superior no se suelda** | • Presión de la pistola muy elevada<br>• Presencia de material aislante o suciedad entre las chapas<br>• Espesor excesivo de la chapa superior<br>• Tiempo de trabajo insuficiente |
| **La chapa superior es cortada por el electrodo** | • Tiempo de trabajo muy prolongado<br>• Espesor de la chapa muy pequeño |
| **Durante el punteado de arandelas, tornillos, remaches, etc. estos no soportan la tracción (no se sueldan)** | • Tiempo de punteado muy breve<br>• Masa mal colocada<br>• Excesiva distancia de la mordaza de masa<br>• Chapa sucia<br>• Presión de la pistola muy elevada |
| **Los elementos a puntear se funden en el electrodo o se queman** | • Tiempo de punteado muy prolongado<br>• Presión de la pistola insuficiente |
| **Los elementos a puntear se deforman** | • Tiempo de soldadura muy prolongado y presión excesiva de la pistola |
| **Existe mala ejecución del punto de soldadura y abombamiento de la chapa** | • Excesiva presión de la pistola<br>• Tiempo de punteado muy prolongado<br>• Chapa superior delgada |
| **Apreciable centelleo del electrodo y no ejecución del punto** | • Presión de la pistola insuficiente<br>• Inadecuado contacto entre las chapas |

→

# 2. Reparación de chapa mediante equipo de tracción




↑ **Figura 6.9.** Útiles de tracción.

Principalmente se utilizan estos equipos en zonas de la carrocería de configuración cerrada pero también se usan en deformaciones de los paneles exteriores con acceso porque permiten la **reparación de una forma sencilla y rápida.** Para ello, se utilizan los equipos de extracción de abolladuras mediante **tracción** sin tener que realizar operaciones de desmontaje de accesorios y guarnecidos (figura 6.9). Estas unidades reducen considerablemente los tiempos de trabajo, y suponen una mejora en la calidad de la reparación al disminuir las superficies o zonas afectadas durante las labores de reparación.

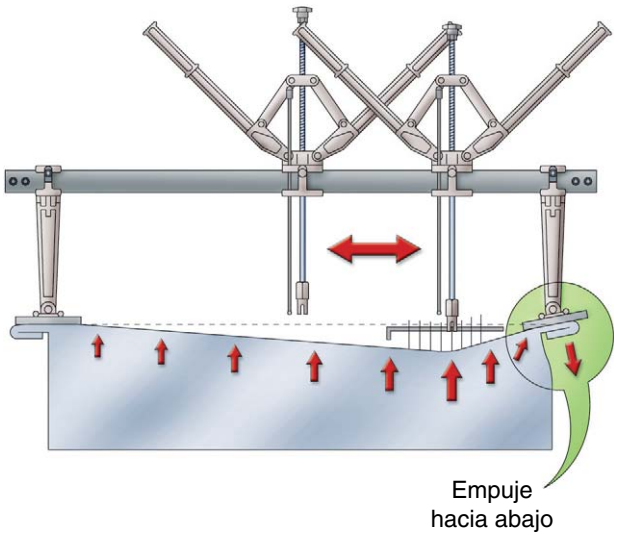
Se trata de equipos de reparación de deformaciones cuya actuación consiste en soldar un electrodo o varios tipos de elementos al área deformada. Estos útiles son aparatos de sujeción sobre los que se pueden realizar **esfuerzos de tracción** de la chapa hundida hasta recuperar su forma original. La tracción se realiza mediante diversos instrumentos especialmente diseñados para adaptarse a la geometría de las zonas a reparar y a los distintos tipos y tamaños de los daños sufridos por el vehículo.

## Principales componentes del equipo

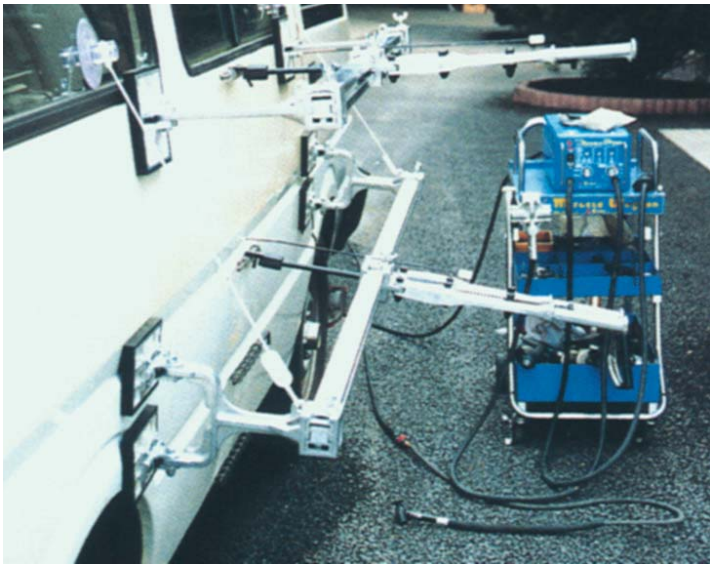
A continuación se detallan los diferentes elementos que componen el equipo de tracción:

- **Útil de tracción para líneas de turismos y comerciales.** Dispone de una barra larga y un tirador móvil que permite **recuperar líneas en techos, paneles frontales y paneles laterales de grandes dimensiones** (figura 6.10). Incorpora un medidor de nivel fácil de controlar para saber cuándo la línea queda reparada y finalizar de este modo la extracción del área deformada.

  Una vez soldadas arandelas sobre el punto más profundo de una línea, se colocan las ventosas en la chapa para sostener el tirador y, a continuación, se cierra la palanca del tirador (figura 6.11).

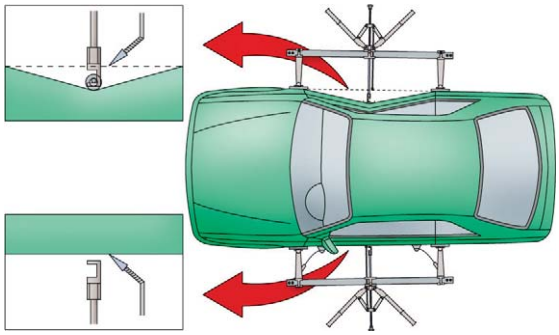



↑ **Figura 6.10.** Ejemplo de tracción sobre líneas o zonas amplías.



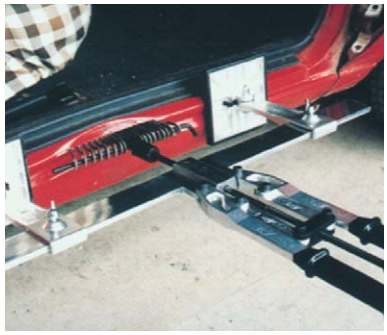
↑ **Figura 6.11.** Ejemplo práctico de tracción.

- **Útil de tracción de líneas, cantos y zonas duras** (figura 6.12). Se utiliza en las reparaciones en las que resulta necesario aplicar grandes esfuerzos, tales como taloneras, pilares, montantes y pases de rueda. Se emplean exclusivamente con arandelas especiales (figuras 6.13 y 6.14).



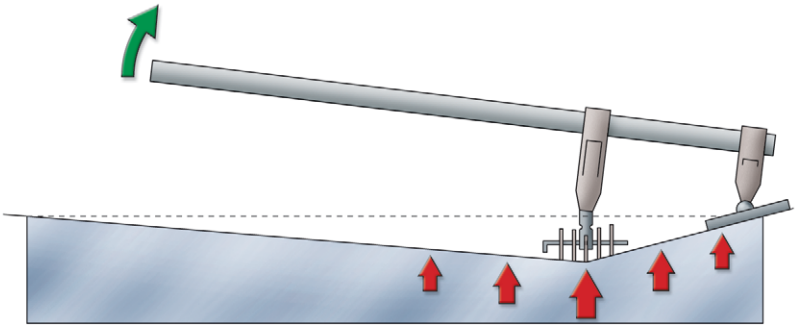
↑ **Figura 6.12.** Ejemplo de tracción.

↑ **Figura 6.13.** Ejemplo práctico de soldado de arandelas en una zona cerrada.



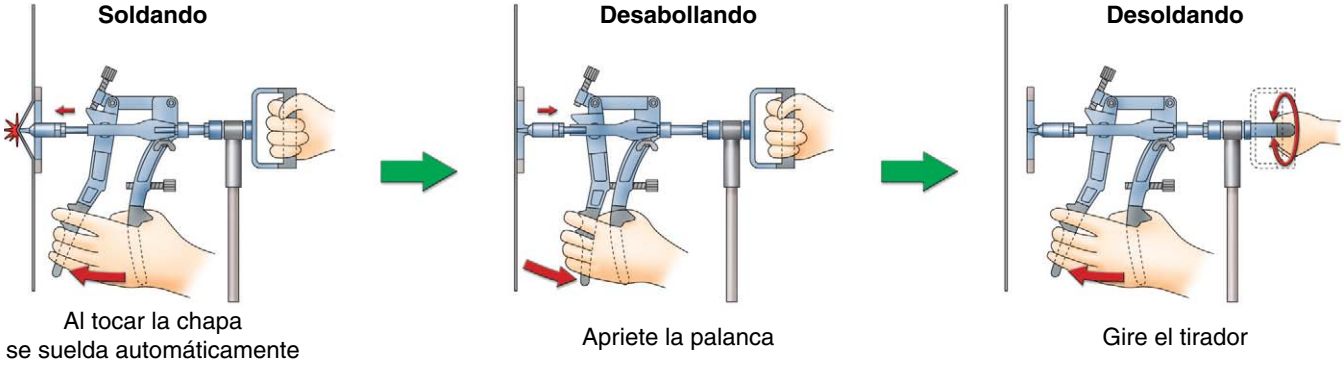
↑ **Figura 6.14.** Ejemplo práctico de tracción sobre un estribo.

- **Útil de tracción multifunción de líneas y golpes localizados en cantos.** Se utiliza, junto con arandelas, para conseguir un **efecto de palanca** en pases de rueda y otras zonas como capó, techo y paneles de puertas (figura 6.15). Con este tipo de útil estas zonas dañadas recuperan su forma original sin golpes ni estiramientos innecesarios.



↑ **Figura 6.15.** Ejemplo práctico de tracción con útil.

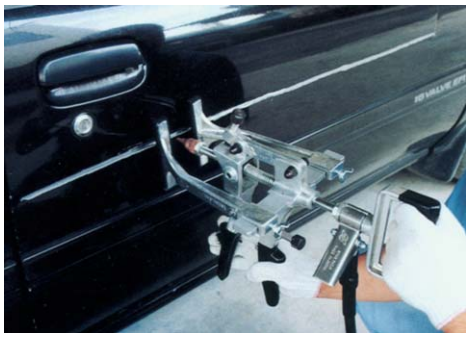
- **Útil de soldadura y tracción para todos los acabados.** Consta de un **electrodo que se suelda** al panel dañado para realizar un estiramiento suave y controlado. El soldado, desabollado del daño y desoldado del electrodo (figura 6.16) se realiza de modo rápido y sencillo: acoplando las diferentes bases (cuadradas, redondas y rectas), se adapta a las diferentes formas de los paneles del vehículo (figuras 6.17 y 6.18).




↑ **Figura 6.16.** Proceso de soldadura y tracción.

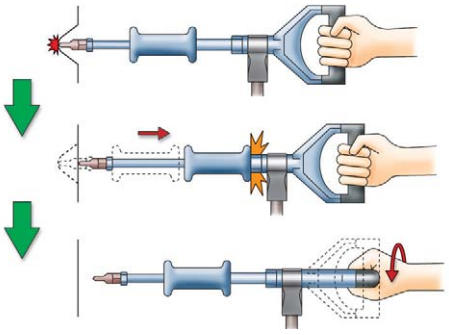
→

↑ **Figura 6.17.** Ejemplo práctico de tracción en una zona de abolladura grande.

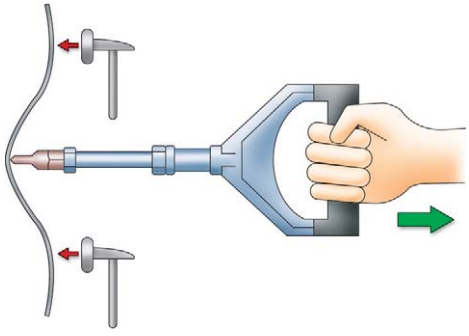


↑ **Figura 6.18.** Ejemplo práctico de tracción sobre una rascada larga.

- **Útil de soldadura y tracción** (figura 6.19). Consta de un martillo de inercia al que se le acopla una punta de electrodo (figura 6.20).



↑ **Figura 6.19.** Proceso de soldadura y tracción.

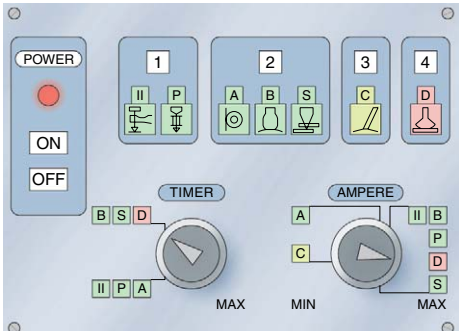


↑ **Figura 6.20.** Ejemplo práctico de tracción y batido sobre la chapa.

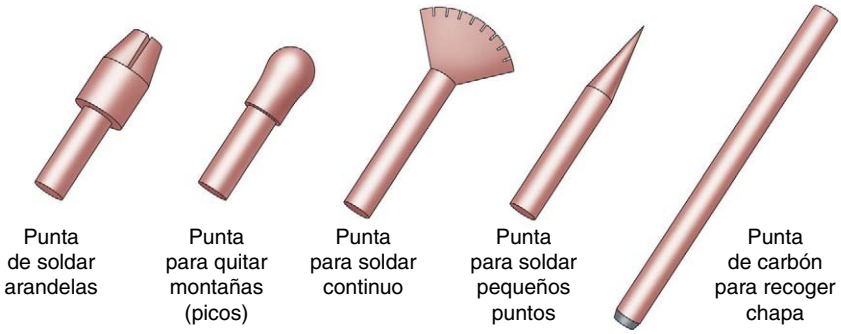
- **Empuñaduras.** Existen unas con adaptador de tiro manual de varias arandelas y otras con gancho para tirar de forma manual de una única arandela.
- **Martillos especiales** en forma, diseño y peso (figura 6.21). Poseen diferentes cabezas (pena horizontal, pena vertical) y tamaños, y estos se utilizan en los procesos de desabollado como útiles complementarios en función de las distintas necesidades que se presenten durante el proceso de reparación.

↑ **Figura 6.21.** Martillos especiales.

- **Equipo de soldadura automático** (figura 6.22). Con él se pueden llevar a cabo diferentes funciones de soldadura eléctrica reguladas automáticamente por medio de diversos accesorios (figura 6.23).




↑ **Figura 6.22.** Mandos de equipo de soldadura automática.

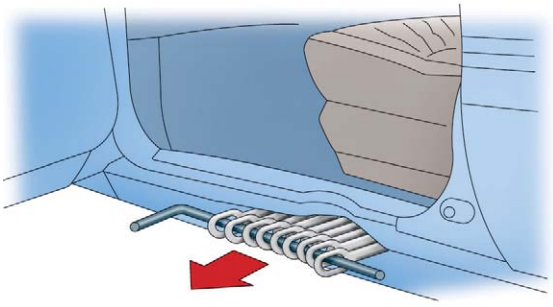



↑ **Figura 6.23.** Accesorios de la soldadura automática.

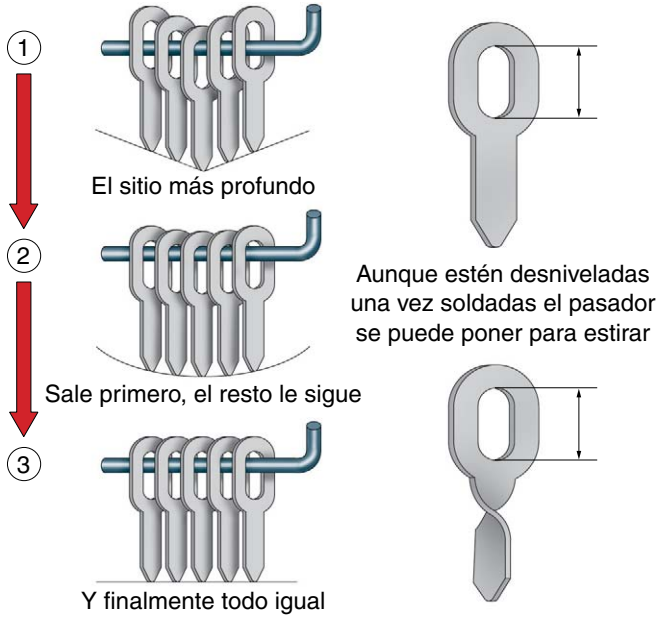
- **Accesorios:** arandelas que pueden ser de tipo fuerte, torcida y recta (figura 6.24), tacos de goma, ganchos, pasadores, cables de conexión al equipo de soldadura, minilijadoras, etc.

  En las figuras 6.25 y 6.26 se puede observar la utilización combinada de arandelas y pasadores en la reparación de diferentes tipos de daños.

↑ **Figura 6.24.** Proceso de soldadura y tracción.




↑ **Figura 6.25.** Operación sobre zonas duras.




↑ **Figura 6.26.** Operación sobre diferentes niveles.

→

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

¿Cómo se repara el pase de rueda de un vehículo sin necesidad de reemplazar la pieza y empleando el menor tiempo posible?

**Solución:**

1. Se analiza el tipo de daño (figura 6.27) y se elige el equipo de reparación y método más apropiado. En este caso, se utilizará el útil de tracción de **líneas, cantos y zonas duras o cerradas.**
2. Se decapa una pequeña superficie de la parte dañada para soldar densamente las **arandelas rectas** sobre la zona.
3. Mediante el equipo multifunción automático se sueldan las arandelas, y se introduce a través de ellas un pasador (figura 6.28).

↑ **Figura 6.27.** Análisis del daño.

↑ **Figura 6.28.** Soldado de arandelas.

4. Se acopla el equipo de tracción al pase de rueda mediante los tacos de goma para bases de esquinas, y se efectúa la tracción tirando del pasador desde la parte más profunda. Se produce también un golpeo suave con martillo de chapista para eliminar las tensiones producidas durante la tracción (figura 6.29).
5. Se arrancarán las arandelas tirando de ellas suave y lentamente, sin estirar la chapa. Las marcas residuales dejadas por el soldeo de arandelas se eliminarán por medio de un lijado con P 150.
6. Se verifica finalmente la reparación (figura 6.30).

↑ **Figura 6.29.** Tracción sobre arandelas.

↑ **Figura 6.30.** Verificación de la reparación.

¿Cómo debes actuar, en una reparación sobre capó y con daños muy puntuales, empleando un equipo de tracción?

**Solución:**

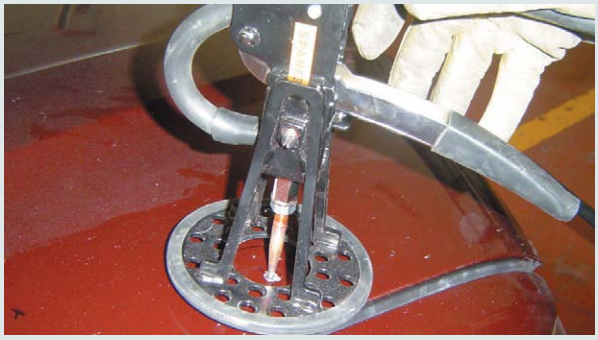
1. Se marca, se limpia y se analiza el grado de deformación del daño (figura 6.31).
2. Se elige el equipo de trabajo adecuado para la extracción de la abolladura (figura 6 32).

↑ **Figura 6.31.** Marcado del daño.

↑ **Figura 6.32.** Equipo de tracción.

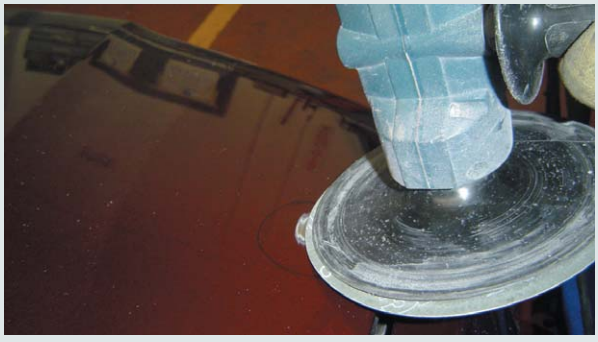
3. Con una miniamoladora, se lija la zona a reparar o el punto donde se vaya a efectuar la tracción (figura 6.33).
4. Una vez regulado el equipo, se produce la tracción correspondiente sobre el daño (figura 6.34).

↑ **Figura 6.33.** Lijado mediante miniamoladora.



↑ **Figura 6.34.** Tracción.

5. Se lija la zona reparada para eliminar los residuos producidos por el electrodo del equipo de tracción (figura 6.35).
6. Se procede a la verificación final de la reparación.



↑ **Figura 6.35.** Lijado.

→

¿Qué proceso de trabajo se debe seguir en una reparación de aleta trasera mediante el sistema de tracción y soldado?

**Solución:**

1. Análisis y delimitación del daño. Se elige la herramienta más apropiada para llevar a cabo el proceso de reparación del desperfecto. Se comprobará la extensión del daño pasando la mano por la zona afectada o pintando con rotulador sobre la misma (figura 6.36).
2. Lijado de la zona deformada. Se elimina la pintura de la franja afectada mediante lijado (figura 6.37).
3. Soldadura de arandelas según las necesidades de la reparación (figura 6.38). El tipo de arandela y su colocación dependen de la extensión e intensidad de la deformación. Previamente se habrá situado el electrodo de masa lo más cerca posible de la zona a soldar y en perfecto contacto con la chapa (figura 6.39).

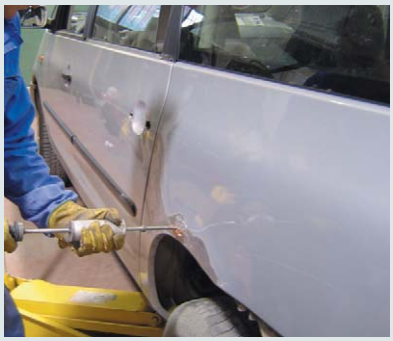
↑ **Figura 6.36.** Análisis del daño.

↑ **Figura 6.37.** Lijado.

↑ **Figura 6.38.** Soldado de arancelas.

4. Se puede efectuar la tracción de forma individual sobre cada una de las arandelas (figura 6.40) o mediante colocación del equipo de tracción de líneas. La tracción se realizará sobre un pasador; este efectúa el tiro sobre el conjunto de arandelas.
5. Estiramiento por tracción de las arandelas desde la zona más profunda (figura 6.40). Antes de terminar con el proceso de la tracción, se golpea con el martillo la zona para eliminar tensiones.
6. Comprobación de la línea una vez concluido el proceso de estirado. Con una lima de carrocero se repasará la nueva línea obtenida.
7. Corrección de las pequeñas deformaciones residuales que quedan. Ello se hace mediante estiraje con el martillo de inercia.
8. Recogida puntual de las zonas sobresalientes con electrodo de cobre.
9. Verificación final del trabajo de reparación procediendo a pasar la mano sobre él (figura 6.41).

↑ **Figura 6.39.** Posición de la masa.



↑ **Figura 6.40.** Tracción de arancelas.

↑ **Figura 6.41.** Verificación final.

# 3. Sistema de reparación mediante soldadura y aire: desabollador neumático

Este sistema (figura 6.42) se utiliza en aquellos procesos de desabollado de carrocerías en los que se encuentran localizados los daños en zonas que resultan de difícil acceso y cuentan con las siguientes características:

- Presentan daños ocasionados por granizo.
- En áreas de la carrocería de doble chapa.
- En zonas cerradas de la carrocería.
- En ralladuras longitudinales.
- En abolladuras pequeñas y medias.

Además, permite desabollar daños en la carrocería desde el exterior, lo que evita las trabajosas tareas de montaje y desmontaje.

El proceso de trabajo a seguir mediante este sistema es muy similar al empleado con la máquina multifunción; la única diferencia es que, con esta última, se hacía imprescindible la utilización de un martillo de inercia para ejercer la tracción y, en cambio, al utilizar el desabollador neumático **él mismo es quien crea la tracción.**

↑ **Figura 6.42.** Reparación mediante desabollador neumático.

## Componentes del equipo

El equipamiento de esta unidad consta de los siguientes elementos:

- Transformador de corriente.
- Pistola (figura 6.43).
- Cable de masa.
- Útil para el desabollado de zonas amplias.

↑ **Figura 6.43.** Pistola del sistema de tracción por soldadura y aire.

→

Entre las numerosas ventajas que ofrece este sistema de reparación, se pueden destacar las siguientes:

- Mediante el electrodo de cobre es posible subsanar deformaciones aplicando calor en pequeños puntos elevados y estiramientos de la chapa.
- Debido al corto periodo de soldadura necesario (aproximadamente 0,25 segundos) y al rápido enfriamiento con aire, se calienta solamente la superficie de la chapa, y así el dorso no sufre daños.
- Su manejo es sencillo.

↑ **Figura 6.44.** Ejemplo de desabollado.

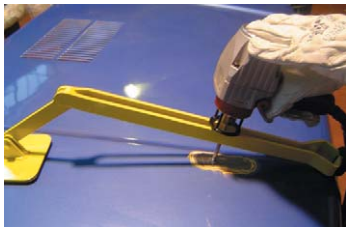
## Funcionamiento

1. Se conecta el sistema de extracción por soldadura y aire al transformador.
2. Se elimina la pintura de la zona a tratar.
3. Se coloca el electrodo soldable en el punto más hondo, y se ajusta el tope de altura (figura 6.44).
4. El electrodo queda adherido a la tapa al accionar el botón de arranque hasta la mitad del recorrido (figura 6.45).
5. Al accionar por completo el botón de arranque, se consigue hacer funcionar el extractor neumático y, al mismo tiempo, se inyecta un chorro de aire que enfría de inmediato la chapa (figura 6.46).
6. Finalmente, se produce el giro y separación del electrodo.

↑ **Figura 6.45.** Soldado del electrodo.

↑ **Figura 6.46.** Adhesión del electrodo

## Características del proceso de reparación

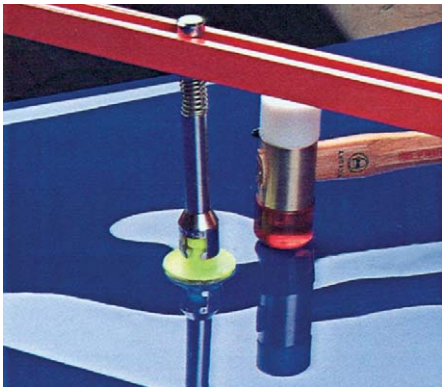


↑ **Figura 6.47.** Ejemplo de multiplicación de la fuerza.

- La palanca actúa a modo de brazo que **multiplica la fuerza** durante el trabajo. Esta palanca puede soportar activamente el proceso de enderezado (figura 6.47).
- Mientras se extrae la abolladura actuando con una mano, con la otra se pueden efectuar ligeros **golpes de martillo** sobre las zonas de alrededor de la abolladura, reforzando de esta manera el proceso de enderezado y reduciendo las posibles tensiones. Las deformaciones enderezadas siguiendo este sistema ofrecen, en comparación con un enderezado efectuado mediante un martillo de inercia convencional, unos resultados mejores y una mayor estabilidad de la chapa.

- El apoyo de la palanca sobre la chapa ha de ser suave y efectuarse mediante una **protección de goma,** para evitar daños no deseados en la pintura del vehículo.
- Siempre que exista la posibilidad, se apoyará la pata-soporte en los bordes de la chapa, sobre puntos planos, estables y reforzados.
- Cuanto más lejos se halle la abolladura del punto de apoyo de la palanca, menor será la fuerza que hagamos en este punto, disminuyendo el riesgo de deformar esta zona.
- Cuando la pintura esté intacta, se recomienda utilizar un **martillo de goma** con superficie dura y plana para golpear el contorno de la abolladura.
- En ciertas ocasiones, el útil de palanca se puede emplear con otros accesorios como puede ser el **extractor de garras** (figura 6.48) o se puede usar para reforzar la acción de las **ventosas** (figura 6.49).

↑ **Figura 6.48.** Tracción mediante garras.



↑ **Figura 6.49.** Tracción mediante ventosa.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Mediante equipo con desabollador neumático, realiza el proceso de reparación sobre el panel de una puerta.

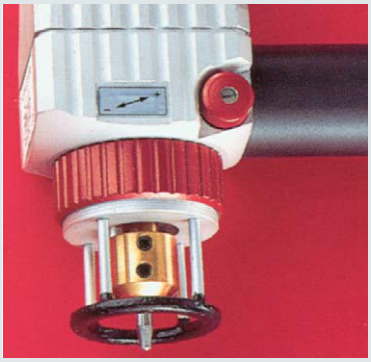
**Solución:**

1. Se eligen las herramientas más apropiadas para ejecutar este proceso de reparación (figura 6.31).
2. Se identifica y se señala la zona deformada a reparar.
3. Se determina mediante un peine de siluetas la profundidad del daño sufrido.

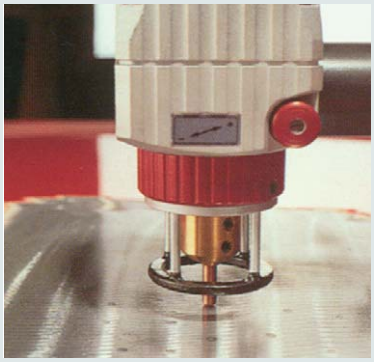
↑ **Figura 6.50.** Equipo desabollador neumático.

→

4. Se prepara la superficie deformada mediante lijado con disco de fibra de nailon. Se calibra la pistola en tiempo y en intensidad de soldadura, y se regula la presión de aire (6-8 bares) (figura 6.51).
5. Se procede a graduar la altura del electrodo con grupilla. Cuanta más distancia exista entre el electrodo y el anillo circundante, mayor resultará la fuerza de tracción, que será progresiva (figura 6.52).



↑ **Figura 6.51.** Calibración de la pistola.



↑ **Figura 6.52.** Medida de la distancia del electrodo al anillo.

6. Se aplica la pistola desde las zonas menos deformadas a las más dañadas. El electrodo se irá regulando según la tracción que se desee (figura 6.53 y 6.54).
7. En zonas deformadas de amplia superficie se utiliza el útil de palanca, porque esta produce mayor fuerza de tracción. Para eliminar tensiones en la chapa, se golpea con martillo de chapista.

↑ **Figura 6.53.** Ejemplo de tracción.

↑ **Figura 6.54.** Ejemplo de tracción.

8. Se repasa la zona reparada con lima de carrocero, o se aplica un spray de control con objeto de verificar el estado real de la superficie desabollada.

   Si se ha producido exceso de tracción en alguna zona, se aplicará calor con el electrodo de cobre para corregir las imperfecciones aparecidas.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**1.** Realiza sobre diferentes chapas trabajos de tracción con el desabollador neumático variando las graduaciones de la altura del electrodo. Observa y anota el efecto producido.

# 4. Equipo de reparación mediante ventosas adhesivas

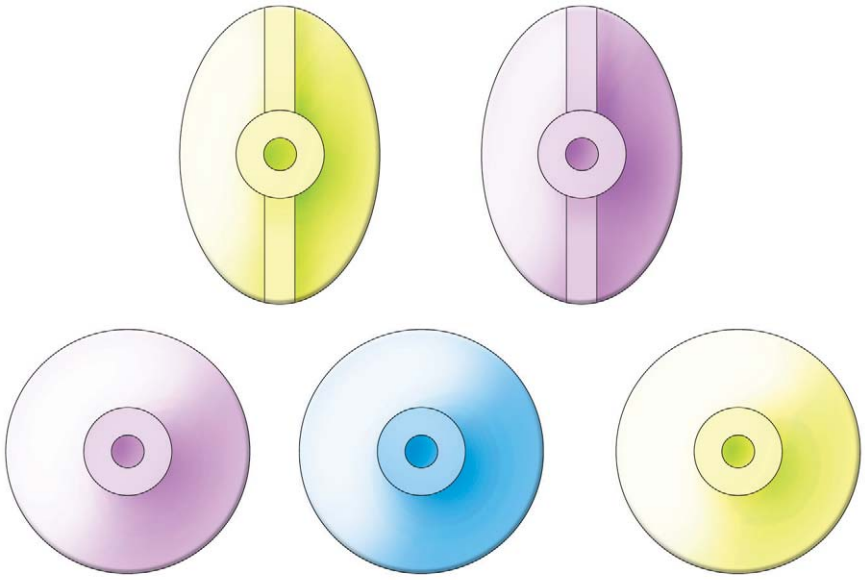
Este sistema permite reparar **daños pequeños y medianos de entre 0,5 y 2 mm mediante la técnica de pegado,** y también permite efectuar reparaciones sobre daños grandes en zonas con posibilidad de acceso limitado. Además, se utiliza en combinación con los sistemas tradicionales de reparación.

De entre las numerosas ventajas de este sistema frente a otros, cabe destacar las siguientes:

- No es necesario desmontar accesorios.
- No resulta necesario repintar la zona tratada.
- No quedan dañadas las imprimaciones originales de la chapa.
- Produce un gran ahorro de tiempo.

El equipo está compuesto por los siguientes elementos:

- Extractor de ventosas.
- Ventosas resistentes (figura 6.55) de diferentes formas (redondas u ovales) que se adaptan al tipo de deformación, y de distintos colores (amarillo, violeta y azul) para indicar así su diferente elasticidad y resistencia.
- Pegamento o adhesivo. Existen dos tipos, según sean utilizados en invierno o en verano. Es necesario calentarlo sobre la ventosa para que esta se adhiera a la pieza.
- Pistola de termofusión que permite calentar y fundir el adhesivo específico.
- Pistola de aire para producir el pegado de la ventosa a la chapa.
- Adaptador que fija y efectúa tracción sobre las ventosas.
- Espátula especial flexible que recoge el pegamento sobrante una vez efectuada la reparación (figura 6.49).



↑ **Figura 6.55.** Equipo de reparación mediante ventosas adhesivas.

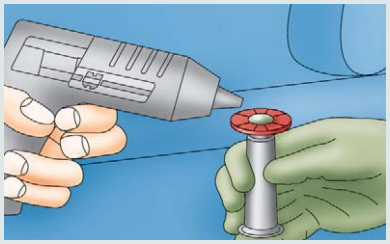
→

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

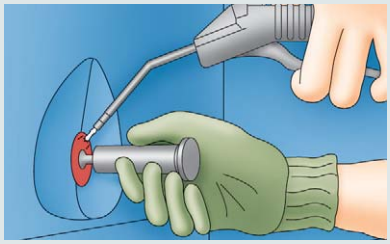
Describe paso a paso el proceso de reparación mediante ventosas adhesivas sobre un panel deformado.

**Solución:**

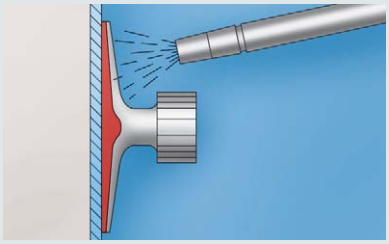
1. Se limpia con un disolvente de limpieza tanto la superficie como la ventosa que se vaya a utilizar.
2. Se coloca la ventosa adecuada en el adaptador, según el tamaño del daño a reparar, y sobre ella se aplica el adhesivo especial. El adhesivo suministrado en barras se fusionará con una pistola con regulador de temperatura (figura 6.56).
3. Se adhiere la ventosa a la zona mas dañada de la chapa, efectuando una ligera presión sobre ella hasta que rebose el adhesivo por sus bordes (figura 6.57). A continuación, se ha de enfriar la zona de trabajo con aire comprimido (el chorro de aire debe dirigirse directamente al cuerpo de la ventosa) para facilitar la adhesión y evitar la formación de burbujas (figura 6.58).



↑ **Figura 6.56.** Fusión de adhesivo.

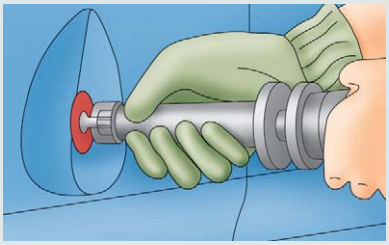


↑ **Figura 6.57.** Adhesión de la ventosa a la chapa.

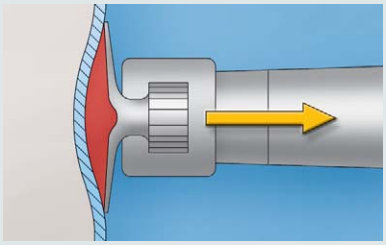


↑ **Figura 6.58.** Enfriamiento.

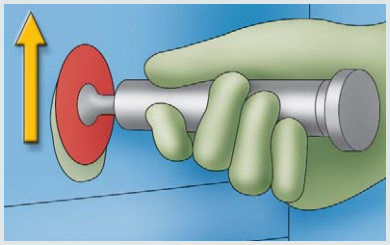
4. Una vez secado el adhesivo, se fija el extractor a la ventosa, y se procede a eliminar el golpe. El tirón debe hacerse perpendicularmente a la chapa, y sin torcer el extractor (figuras 6.59 y 6.60).
5. Una vez que se ha restablecido la forma original a la chapa, se calienta con aire la ventosa para ablandar el pegamento.
6. Se coloca de nuevo el adaptador de ventosas, y se despega cuidadosamente y mediante un movimiento vertical, tirando a la vez que se desliza la ventosa sobre la chapa. Nunca se debe retirar mediante movimientos bruscos (figura 6.61).



↑ **Figura 6.59.** Fijación del extractor.



↑ **Figura 6.60.** Efecto de tracción.



↑ **Figura 6.61.** Despegue de la ventosa.

7. Se elimina el resto de adhesivo con ayuda de la espátula flexible, y se calienta para reblandecerlo.
8. Se limpia la superficie con limpiacristales y se realiza una evaluación final del proceso de reparación.

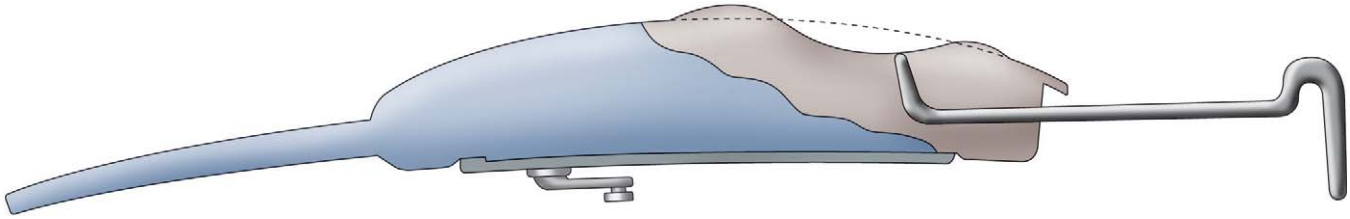
## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**1.** Realiza diferentes tipos de reparaciones con el sistema de ventosas adhesivas en donde se usan las diversas ventosas: redonda, rígida, redonda flexible, oval rígida, oval flexible y redonda pequeña.

# 5. Equipos de reparación mediante varillas o barras recuperadoras

Se utilizan en la reparación de pequeñas abolladuras de difícil acceso o allí donde sea preciso realizar el elevado de numerosas piezas sin que **haya resultado afectada la pintura original** del vehículo (por ejemplo, por impacto de piedras o granizo).Estos equipos están compuestos por una serie de útiles de poca consistencia, pero su mal uso puede provocar graves grietas en la chapa, por lo que se requiere una **gran habilidad** a la hora de utilizarlos.

El proceso consiste en la aplicación, por la parte interior de la abolladura, de ligeras presiones alrededor de ella mediante unas **palancas** para las cuales siempre necesitamos un punto de apoyo. Estas pequeñas presiones van haciendo que paulatinamente vaya desapareciendo la deformación (figura 6.62). Es fundamental utilizar la varilla adecuada en cada proceso de reparación (figura 6.63).



↑ **Figura 6.62.** Ejemplo de reparación con varillas.

Este método de reparación se caracteriza por restablecer el estado original de la chapa sin dañar las capas exteriores de pintura, es decir, que no resulta necesario proceder a repintar.

El equipo consta de varillas o palancas fabricadas en acero aleado de diferentes tamaños y colores, que se identifican según el tipo de punta, sus características de dureza, el poder cortante o la suavidad requeridas en cada daño. A continuación, se reproduce una tabla en donde queda reflejada su identificación:

| CÓDIGOS DE COLOR PARA PUNTAS | |
|---|---|
| **CÓDIGO DE COLOR** | **TIPO DE PUNTA** |
| Negro | Punta de cuchillo |
| Naranja | Punta triple |
| Amarillo | Paleta |
| Azul | Punta de taller |
| Rojo | Punta de bola |

↑ **Figura 6.63.** Tipos de varillas.

→

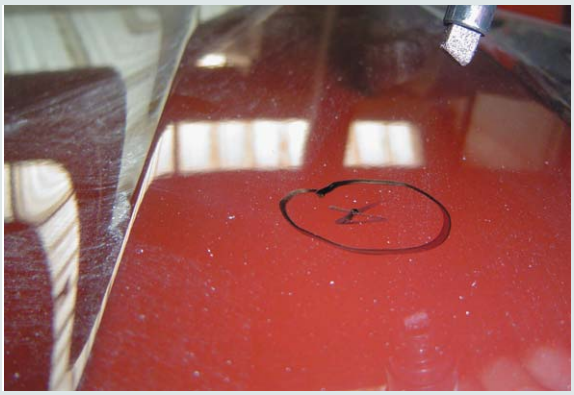
## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

**Repara, mediante sistema de varillas recuperadoras, los desperfectos ocasionados por impactos de granizo sobre la superficie de un capó.**

**Solución:**

1. Analiza el grado de deformación mediante un peine de siluetas (figura 6.64).
2. Marca y limpia la zona dañada (figura 6.65).

↑ **Figura 6.64.** Análisis del daño.



↑ **Figura 6.65.** Marcado y limpieza de la pieza.

3. Aproxima una lámpara o fuente luminosa fluorescente; esta es fundamental para alinear correctamente el reflejo sobre la superficie (figura 6.66).
4. Al situar la lámpara fluorescente (figura 6.67) se nos pueden presentar tres tipos de casos:
   - Reflejo sobre superficie sin daño. La iluminación sobre la superficie libre de daños dibuja una silueta recta.
   - Reflejo sobre superficie con daño. El haz luminoso se hace irregular sobre el daño.
   - Se puede producir un daño por abolladura (arriba) y otro por protuberancia (abajo).

↑ **Figura 6.66.** Fuente luminosa.

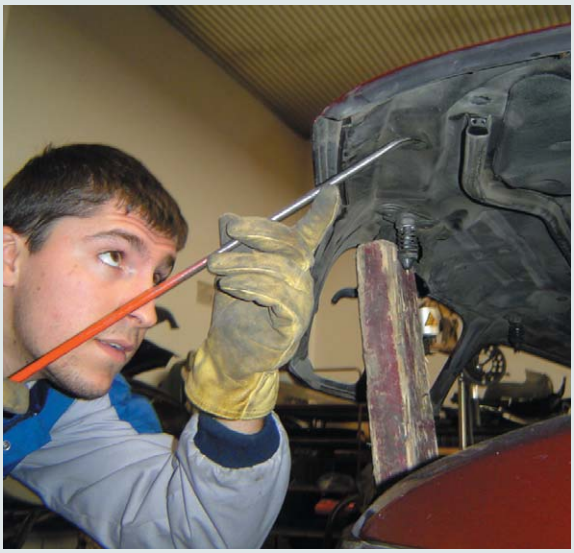
↑ **Figura 6.67.** Reflejo del daño.

5. Una vez analizado el daño, elige la varilla más idónea para corregir el tipo de deformación en cuestión (figura 6.68).
6. En ciertas ocasiones, se podrá situar un gancho debajo del capó y alineado con el daño para que sirva de soporte al hacer palanca con la varilla (figura 6.69).

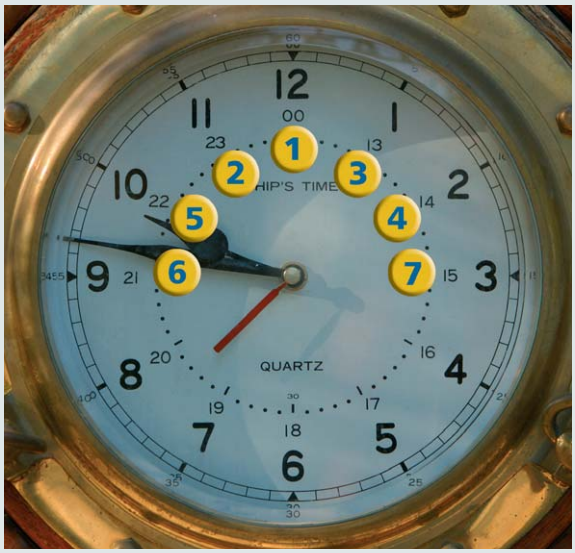
↑ **Figura 6.68.** Elección de la varilla.

↑ **Figura 6.69.** Tipo de varilla.

7. Actúa con la varilla empujando suavemente hacia arriba (figura 6.70).
8. El método de empuje se debe realizar por el sistema de reloj (figura 6.71).



↑ **Figura 6.70.** Trabajo con varilla.




↑ **Figura 6.71.** Sistema del reloj.

9. Se puede utilizar un puntero de teflón para subsanar daños con protuberancia, o para provocar el daño si hemos presionado fuerte con la varilla y la chapa se ha endurecido.
10. Verifica finalmente la reparación (figura 6.72).

↑ **Figura 6.72.** Verificación final.

→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

- 1. ¿Cómo se utilizan las arandelas de tracción en un equipo de soldadura por resistencia eléctrica?
- 2. ¿Cuál es el proceso de montaje de alambre ondulado sobre una pieza?
- 3. Enuncia, de forma resumida, las operaciones básicas que se realizan con un equipo multifunción.
- 4. ¿En qué zonas de la carrocería se utiliza el sistema de reparación mediante tracción?
- 5. ¿Qué tipo de deformaciones se suelen reparar mediante el desabollador neumático?
- 6. Cita las ventajas más destacadas del equipo de reparación por soldadura y aire.
- 7. ¿Cuáles son las ventajas principales de usar el sistema de ventosas adhesivas?
- 8. ¿Cuáles son las características de las ventosas adhesivas de reparación?
- 9. ¿Qué indica el color de las varillas recuperadoras?

## DE TALLER

- 1. Realiza sobre chapas las operaciones básicas del equipo multifunción, teniendo en cuenta las precauciones oportunas.
- 2. Realiza una ficha de trabajo con la operaciones realizadas sobre vehículos al utilizar los equipos de reparación mediante tracción, soldadura y aire, ventosas adhesivas y varillas recuperadoras.

# PARA **PRACTICAR**

## Reparación complementaria del sitema de varillas

### HERRAMIENTAS

- Extractor de ventosas
- Ventosas
- Pistola de termofusión
- Pegamento especial
- Espátula
- Punzón de poliamida

### MATERIAL

- Capó con desperfectos por granizos

### OBJETIVO

Reparar pequeños golpes en zonas de difícil acceso sin necesidad de repintar.

### PRECAUCIONES

En los coches con pintura de reparación, hacer pruebas antes de limpiar, ya que existe el peligro de la aparición de reacciones no deseadas.

### DESARROLLO

**1.** Se limpia la superficie con desengrasante eliminador de silicona.

**2.** Se funde el pegamento con la pistola de termofusión, y se aplica el pegamento fundido sobre la ventosa.

**3.** Se pega la ventosa adecuada según el tamaño del bollo en el centro de este; para ello, se alinean las marcas en cruz. Las marcas en cruz aseguran la fijación de la ventosa en el mismo centro de la abolladura.

↑ Aplicación de pegamento sobre ventosa.

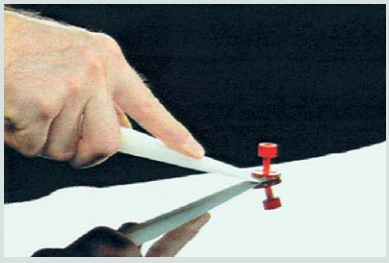
↑ Pegar la ventosa.

↑ Acoplar herramienta con ventosa.

**4.** Se esperan unos segundos hasta que se enfríe y, a continuación, se acoplan la herramienta y la ventosa y se estira la abolladura.

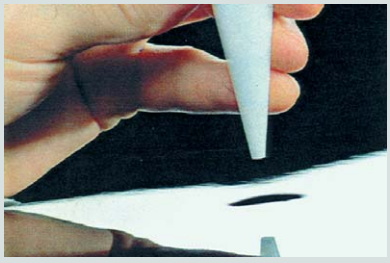
**5.** Se separa la ventosa de la chapa usando la espátula de desmontaje.

**6.** Se eliminan con cuidado los restos de pegamento con alcohol etílico o de quemar.



↑ Separar ventosa de la chapa.

↑ Eliminar resto pegamento.



↑ Golpear con punzón.

**7.** En caso de haber estirado demasiado, se golpea cuidadosamente con el punzón de poliamida para nivelar.

→

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** ¿Cuál de estas operaciones básicas no puede ser realizada por un equipo de desabollado multifunción?

a) La operación de recalcado.
b) La soldadura de clavos.
c) La operación de punteado.
d) El batido de la chapa.

**2** ¿Qué problema puede estar sucediendo cuando el electrodo de carbono se quema y se consume?

a) El regulador de potencia está excesivamente alto.
b) El gatillo de la pistola está en malas condiciones.
c) El espesor de la chapa es bajo.
d) El tiempo de soldadura resulta excesivo.

**3** ¿Cuál de los siguientes elementos no forma parte del equipo de desabollado por tracción?

a) Útil con electrodo soldable.
b) Martillos especiales.
c) Varillas y palancas.
d) Útil de tracción multifunción.

**4** ¿Cuál es la gran diferencia existente, durante el proceso reparación, entre un desabollador neumático y un equipo multifunción?

a) La pinza de masa.
b) La forma de crear la tracción.
c) La forma de crear calentamiento en la pieza.
d) La soldadura del electrodo.

**5** ¿Cómo se produce el enfriamiento de la pieza cuando se trabaja con desabollador neumático?

a) Por la corriente de aire que produce el mismo equipo.
b) De forma manual con paño húmedo.
c) No se produce enfriamiento.
d) De forma manual con pistola de aire.

**6** ¿Cuáles son las medidas que permite corregir el sistema de reparación por ventosas adhesivas en deformaciones de tipo pequeño y mediano?

a) De 2 a 3 cm.
b) De 0,5 a 2,5 cm.
c) De 8 a 2,8 cm.
d) De 1 a 2,5 cm.

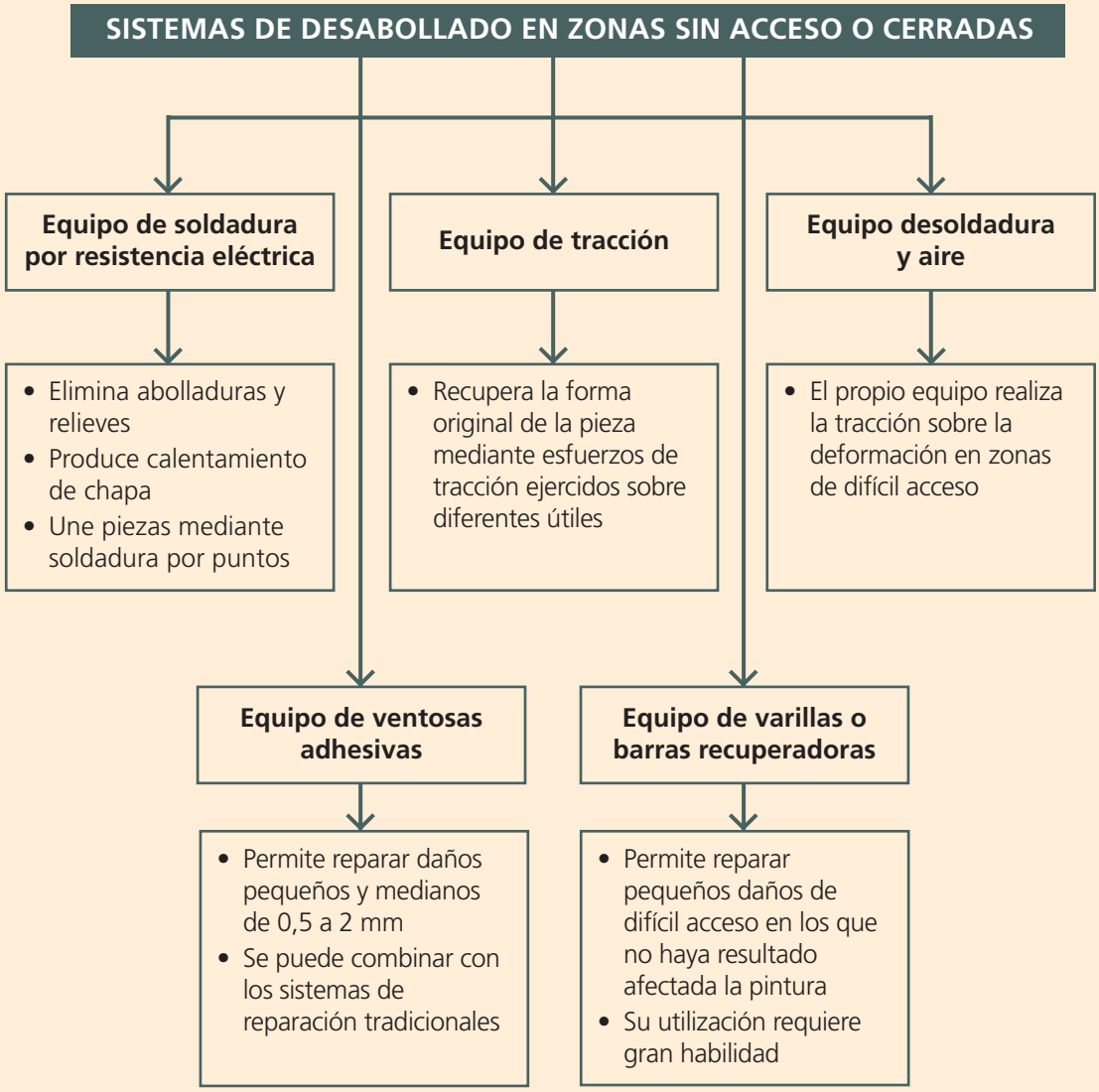
**7** ¿Que indica el color de las ventosas adhesivas?

a) El grado de tensión.
b) El grado de compresión.
c) El grado de tracción.
d) El grado de elasticidad y resistencia.

**8** ¿Cuál de estos colores no forma parte del código de varillas recuperadoras?

a) Azul.
b) Violeta.
c) Naranja.
d) Rojo.

# EN **RESUMEN**




# **AMPLÍA** CON…

- www.spanesi.es
- www.wurth.es
- www.hagelfix.de/sp/reparatur.com
- www.asequiq.es
- www.ballero.com
- www.saca-bollos.com

→

MUNDO DEL AUTOMÓVIL

# Equipo para desbloquear la pintura

En ocasiones se producen abolladuras en el vehículo que pueden ser reparadas sin necesidad de un repintado posterior. Para ello, se recurre a equipos como el que se va a explicar a continuación. El DINGPULLER es un equipo que utiliza la tracción por medio de adhesivos para conseguir desabollar daños no muy extensos ni intensos.

El DINGPULLER es similar al AIRPULLER ya conocido pero, en lugar de utilizar la soldadura por resistencia, utiliza el adhesivo para el desabollado, consiguiendo así evitar tener que pintar la pieza tras la reparación.

Se trata de un equipo neumático que combina el adhesivo con la técnica por tracción mecánica.

Gracias al DINGPULLER se pueden reparar pequeñas abolladuras y daños por granizo.

El DINGPULLER incluye un maletín compuesto por distintos accesorios:

- Pistola DINGPULLER.
- Patines, con distintas geometrías y dimensiones (ovalados y circulares, con diámetros de 25, 20 y 16 mm).
- Pistola de encolar, para aplicar adhesivo en barra caliente, junto con las barras de adhesivo.
- Líquido limpia pinturas "depurador de pinturas".
- Líquido removedor de adhesivo.
- Lápices marcadores, uno negro y otro blanco.
- Espátula de plástico, para remover el adhesivo.
- Puntero de teflón.
- Pulimentos (Policlean y Politec) para acabados.
- Soporte y abrasivos finos.
- Manual de instrucciones.

El proceso a seguir es el siguiente: en primer lugar se limpia la grasa y la suciedad de la pieza a desabollar, utilizando para ello el depurador de pintura, y se señala la zona a reparar con el lápiz marcador. Posteriormente, se aplica el adhesivo con la pistola de encolar en el patín, para seguidamente colocarlo en la zona deformada de la pieza. Dependiendo del tamaño del daño, se utilizará un patín u otro. Una vez pegado el patín, se debe dejar enfriar; para reducir el tiempo de reparación, el DINGPULLER dispone de una función integrada para enfriar el adhesivo.

Antes de proceder al estiraje, se ajusta la altura de tracción según el grado de la abolladura; para ello se gira la cabeza superior del DINGPULLER.

Una vez secado completamente el adhesivo, se conecta el DINGPULLER al patín. A continuación, se provoca el contacto del anillo de distancia del DINGPULLER con la chapa y, presionando el botón intermitentemente, se consigue el desabollado de la chapa.

Una vez reparada la abolladura, se utiliza el removedor de adhesivo para eliminar los residuos de adhesivo tanto en la chapa como en el patín, consiguiendo quitar el patín con mucha facilidad.

Si el daño es muy intenso, puede que sea necesario un segundo intento de tracción. Así mismo, si se produjera alguna abolladura sobresaliente, con ayuda del puntero de teflón se podría rebajar. Una vez reparado el daño se procede al pulido de la zona dañada, con los productos incluidos en el maletín, para lograr un acabado perfecto.

En CENTRO ZARAGOZA se han obtenido resultados muy satisfactorios respecto a la utilización de este equipo, destacando por su facilidad de utilización y sus buenos resultados y sin necesidad de repintados posteriores.

*Revista Técnica Centro Zaragoza.*
Marzo 2004

# Sacabollos: métodos de trabajo

Muchos se preguntarán en qué consiste la reparación artesanal de bollos y cuál es la función de un sacabollos...

Este es un proceso que se realiza con herramientas especialmente diseñadas para no lastimar la pintura del auto.

Para un trabajo eficiente se requieren varios años de experiencia y muchas horas de trabajo.

A través de esta técnica el vehículo a tratar conserva la pintura original, evitándose así el problema que suele ocasionar en la mayoría de los casos que el vehículo tenga que ser repintado.

Se pueden reparar todos los bollos que no hayan dañado la pintura, como por ejemplo golpes de puño, pelotazos, patadas, golpes ocasionados en los mercados, estacionamientos, granizos, etc.

**Técnica**

La técnica utilizada es muy simple, aunque no así aprenderla. Hay que tener mucha experiencia para no estropear el auto.

El bollo a tratar se va desabollando, de manera que va desapareciendo a través de presiones que se ejercen sobre él, ayudando con temperatura para asegurar que no se dañe en ningún momento.

**Destapizado**

Este paso es tan importante como el desabollado.

Los vehículos de hoy tienen muchas partes de plástico, de manera que el desarme también tiene que estar en manos de una persona formada en este sistema, ya que se manejan componentes muy frágiles.

**Ventajas**

Las ventajas de este tipo de reparaciones son muchas:

- No se altera el color original.
- Comodidad para el cliente al no tener que trasladar el auto a ningún lugar.
- Al realizarse el trabajo en un par de horas, el cliente no ha de prescindir de su vehículo.
- El vehículo no se ensucia.
- Es económico.

**Consejos**

Como en todos los trabajos, hay profesionales serios y otros que no lo son tanto. Saber seleccionar a la persona en la cual se va a depositar la confianza es fundamental ya que, en muchos casos, los trabajos de personas con poca experiencia desembocan en problemas mayores.

Si el desabollado no se realiza con el cuidado que merece, no habrá más remedio que terminar pintando la parte abollada; ello implica el consiguiente riesgo de obtener una notable diferencia de tono a la hora de repintar sobre el tono original.

www.sacabollos.com.ar
Mayo 2005

# 7

# Reparación de carrocería de aluminio

## para empezar...

Desde hace algunos años el acero está dejando paso a otros materiales a la hora de fabricar elementos de carrocería; entre ellos se encuentra el aluminio, que comenzó a incorporarse en algunas piezas como el capó motor, la compuerta del techo corredizo o el portón trasero, entre otras. En la actualidad se ha extendido hasta el punto de existir distintos modelos de automóviles cuya carrocería está íntegramente fabricada con este material.

## ... vamos a conocer

1. Propiedades del aluminio utilizado en la fabricación de carrocerías
2. El aluminio y su soldadura
3. Equipos y herramientas para reparar piezas de aluminio
4. Reparación del aluminio

PARA **PRACTICAR**

Desabollado de aluminio con maquína multifunción

## qué sabes de...

1. ¿Qué objetivo se intenta conseguir con la producción de partes del vehículo de aluminio?
2. ¿Por qué las herramientas que se utilizan para reparar carrocerías de acero no son útiles para reparar carrocerías de aluminio?
3. ¿Por qué razón los métodos de trabajo del aluminio difieren respecto de los del acero?

## y al finalizar...

- Conocerás las principales propiedades del aluminio.
- Diferenciarás las herramientas con las que se trabaja el aluminio de aquellas con las que se trabaja el acero.
- Conocerás el proceso de reparación de piezas de aluminio.

# 1. Propiedades del aluminio utilizado en la fabricación de carrocerías

El aluminio que se utiliza en la construcción de piezas, o incluso carrocerías, de automóviles, suele estar aleado con otros elementos para modificar alguna de sus propiedades. Aunque existen infinidad de estas aleaciones y cada una de ellas tiene propiedades diferentes, las principales características y cualidades por las que el aluminio se está utilizando en la fabricación de carrocerías, así como algunas características de su reparación, son:

- La ligereza.
- La capacidad de deformación elevada.
- La elevada reciclabilidad.
- Excelentes propiedades anticorrosivas.
- La temperatura de fusión.
- Su ausencia de color al variar la temperatura.
- La elevada conductividad eléctrica.
- Su alta conductividad térmica.
- Su mala reparabilidad.

## 1.1. La ligereza

El aluminio es tres veces **más ligero** que el acero, ya que tiene un peso específico tres veces inferior a él. Sin embargo, conviene saber que está limitado en algunos casos por sus propiedades mecánicas, que no son tan elevadas como las del acero. El aluminio es tres veces **más elástico,** pero tiene aproximadamente la mitad de resistencia a la tracción y a la rotura que el acero. Por estas razones, para obtener un comportamiento mecánico similar, el espesor de una pieza de aluminio debe ser bastante superior a la misma pieza fabricada con acero. Sin embargo, y dado que las propiedades por unidad de peso son superiores, se obtiene un ahorro considerable del peso total.

Estas propiedades del **aluminio pueden mejorarse si es aleado** con pequeñas cantidades de otros elementos, con la ventaja de que, de este modo, pueden rebajarse espesores y disminuir su peso final. Con todo, esto tiene el inconveniente de que encarece notablemente el coste del producto acabado.

Esta reducción del peso en un automóvil con piezas de aluminio frente a otro con piezas de acero permite que, en vehículos de igual potencia, aumenten las prestaciones y se reduzca el consumo.

## 1.2. La capacidad de deformación elevada

Principalmente esta característica es debida a que el aluminio es **dúctil**, incluso a bajas temperaturas, y tiene menor resistencia mecánica y elasticidad que el acero.

Esta ductilidad del aluminio provoca que, a la hora de realizar uniones atornilladas, se deba seguir las recomendaciones sobre los pares de apriete recomendados, para así evitar su deformación excesiva.

## 1.3. La elevada reciclabilidad

El aluminio es **reutilizable** casi ilimitadamente, lo que evita los residuos y protege con ello el medio ambiente.

## 1.4. Excelentes propiedades anticorrosivas

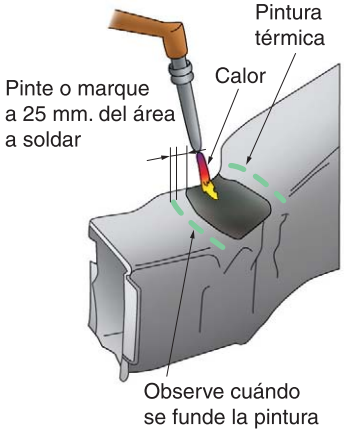
Tiene una buena resistencia química a la intemperie y al agua del mar. Debido a su gran afinidad con el oxígeno, en una pieza de aluminio se forma rápidamente una capa de óxido denominada **alúmina,** que se adhiere fuertemente al material formando una fina capa de hasta 0,2 micras. Esta capa es dura y compacta, e impide la penetración del oxígeno, con lo que se frena la oxidación del aluminio.

## 1.5. La temperatura de fusión

La temperatura de fusión del aluminio es muy inferior a la del acero, además la capa de alúmina que se forma en la superficie de la pieza posee una temperatura de fusión muy elevada, aproximadamente 2.050 °C, en comparación con los 660 °C del aluminio Esta característica constituye un impedimento grave para la obtención de soldaduras válidas, por lo que habrá que eliminarla para poder realizar una soldadura adecuada.

## 1.6. Su ausencia de color al variar la temperatura

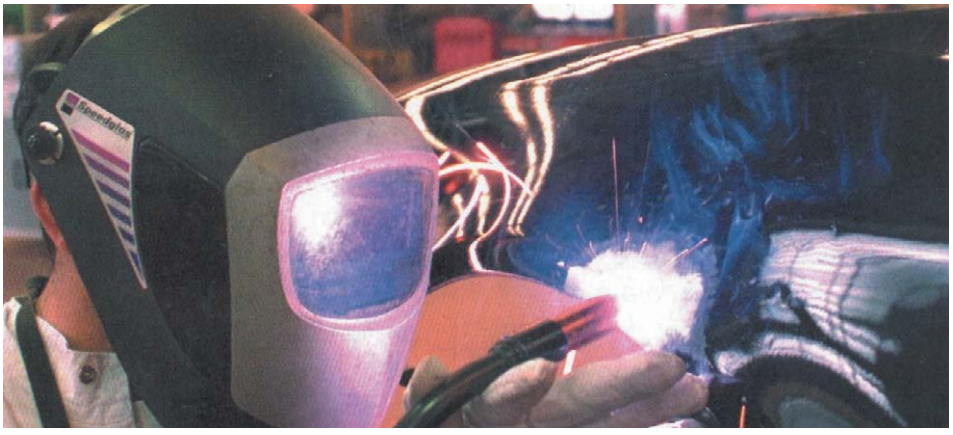
El aluminio no cambia de color al llegar al punto de fusión, como ocurre con el acero. De este modo, para poder observar cuándo llega a una cierta temperatura, se utilizan unos **lápices termocolores o pinturas térmicas,** que se aplican directamente en la chapa dañada a una cierta distancia de la zona a calentar (figura 7.1).




↑ **Figura 7.1.** Lápices termocolores para conocer el aumento de la temperatura del aluminio.

## 1.7. La elevada conductividad eléctrica

El aluminio tiene una mayor conductividad eléctrica que el acero debido a que su **resistividad es baja.** En el proceso de soldadura, la fusión del material debe realizarse en un corto espacio de tiempo, por ello, para conseguir un proceso correcto será necesario el empleo de **corrientes eléctricas de alta intensidad.** Las intensidades serán mayores que las utilizadas para soldar chapas de acero de igual espesor (figura 7.2).



↑ **Figura 7.2.** Soldadura de alta intensidad en aluminio.

→

## 1.8. Su alta conductividad térmica

La conductividad térmica del aluminio es casi cuatro veces mayor que la del acero, produciéndose una **rápida disipación y redistribución del calor** (figura 7.3). Por esta razón, es necesario emplear **grandes concentraciones de energía calorífica** para alcanzar la fusión del material en el corto espacio de tiempo de la soldadura.

## 1.9. Su mala reparabilidad

Las piezas de aluminio son difíciles de reparar, tanto a la hora de soldar, por lo visto anteriormente, como en el momento de reparar una pieza dañada por un impacto. Esto se debe a que se produce un **endurecimiento del material,** que provoca una mayor rigidez y una mayor dificultad a la hora de desabollarlo.

Las herramientas que se emplean en los trabajos con piezas de aluminio deben ser **especiales y utilizadas para este material;** si no, corren el riesgo de ser contaminadas por otros materiales, pudiendo provocar una **corrosión de contacto** en el aluminio.

↑ **Figura 7.3.** Mordazas de freno de aluminio.

Todas estas características informan sobre las diferencias entre el aluminio y el acero. Por ello, a la hora de la reparación de carrocerías o piezas de aluminio de automóviles, se deberá proceder de forma distinta a como se actúa con esas mismas piezas si están fabricadas en acero.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Refleja en una tabla las principales propiedades en las que se diferencian el aluminio y el acero.

**Solución:**

| PRINCIPALES PROPIEDADES DEL ACERO Y DEL ALUMINIO | | |
|---|---|---|
| | **ACERO** | **ALUMINIO** |
| **Resistencia a la tracción (kg/mm²)** | 35-41 | 12 |
| **Límite elástico (kg/mm²)** | 23 | 10 |
| **Módulo de elasticidad (kg/mm²)** | 20.000 | 7.000 |
| **Alargamiento (%)** | 25-37 | 11 |
| **Dureza (HB)** | 50-67 | 15 |
| **Resistencia eléctrica específica (W mm²/m)** | 0,13 | 0,02655 |
| **Condutividad térmica (W/m °K)** | 58 | 235 |
| **Coeficiente de dilatación lineal (1/°K)** | 0,000001 | 0,00000236 |

# 2. El aluminio y su soldadura

En la actualidad se ha extendido rápidamente el uso del aluminio; ello ha contribuido a encontrar soluciones para los problemas que se producían en la unión de estas piezas. Así, se van experimentando variaciones sobre los métodos y equipos utilizados habitualmente para la soldadura de piezas de acero, y se han introducido nuevos procedimientos de trabajo.

A continuación se describen los factores a tener en cuenta, los métodos y los equipos a utilizar a la hora del soldeo del aluminio en **piezas** de carrocerías de automóviles y que son de pequeño espesor.

Las principales características del aluminio que influyen a la hora de su soldadura son:

- Rápida oxidación.
- Elevada conductividad térmica y eléctrica.
- Alto coeficiente de dilatación.

Debido a la alta conductividad eléctrica del aluminio, su resistencia al paso de la corriente es casi cinco veces inferior a la del acero. Por este motivo, a la hora de soldar mediante **resistencia eléctrica por puntos,** es necesario aplicarle una corriente de muy alta intensidad, mayor que la que se da al acero, para conseguir que la resistencia que se opone al paso de la corriente genere el calor necesario **para producir la fusión del material** y garantizar así puntos con las correctas cualidades. Esta intensidad es demasiado elevada para los equipos convencionales de reparación; por ello, solamente se realiza este tipo de soldaduras durante la fabricación y utilizando máquinas de gran potencia que son muy voluminosas.

El procedimiento más apropiado en reparación para soldar piezas de aluminio es la **soldadura MIG** (figura 7.4). A la hora de soldar aluminio, se debe tener en cuenta que el electrodo ha de tener la misma composición que el metal base a soldar.

Otro tipo de soldadura con la que también se obtienen buenos resultados para la unión del aluminio es la soldadura TIG (figura 7.5).

**Soldadura MIG:** es un procedimiento de soldadura por arco eléctrico con protección de gas y electrodo consumible; utiliza como fuente de energía el arco eléctrico que se establece entre el electrodo, que es un hilo continuo, y la pieza a soldar, mientras un gas inerte protege el baño de fusión.

**Soldadura TIG:** es una soldadura por arco eléctrico que utiliza un gas inerte como gas de protección, pero que, en lugar de electrodo de hilo consumible que usa la MIG, utiliza un electrodo no consumible de tungsteno.

↑ **Figura 7.4.** Equipo de soldadura a MIG.

↑ **Figura 7.5.** Equipo de soldadura a TIG.

→

# 3. Equipos y herramientas para reparar piezas de aluminio

La fabricación de elementos de aluminio para las carrocerías **ha obligado al taller a adaptarse** a nuevos sistemas, herramientas y métodos de sustitución y reparación.

Entre las herramientas necesarias para la reparación de piezas de aluminio se encuentran algunas que no se utilizan para las carrocerías de acero, como los líquidos penetrantes, los martillos, los tases sin estructura y los instrumentos medidores de temperatura. También existen otras que ya se utilizaban pero que se deberán emplear de manera distinta **para evitar la corrosión** por contacto.

## 3.1. Herramientas de preparación de la chapa

Se utilizan para la limpieza y preparación de las superficies:

- **Cepillo.** Se utiliza para la limpieza, y estará formado pon cerdas de acero inoxidable. Servirá para eliminar el óxido de aluminio y evitar la corrosión por contacto.
- **Discos abrasivos.** En las operaciones de lijado se usan discos abrasivos de grano P 80 a P 200 (figura 7.6).
- **Sierras y tijeras de chapista.** Se usan en las operaciones de corte. La separación entre los dientes de las hojas de sierra será mayor que la separación de las usadas para la chapa de acero (figura 7.7).

↑ **Figura 7.6.** Ejemplo de lijado del aluminio.

↑ **Figura 7.7.** Sierra de corte para el aluminio.

## 3.2. Herramientas de conformación

Debido a las caracterísiticas del aluminio se utilizan martillos y tases sin estructura, con poco peso y con bordes redondeados para evitar marcar las superficies (figuras 7.8 y 7.9). En el caso de utilizar martillos y tases de mayor peso, el proceso de desabollado se realizará de forma suave para evitar sobreestiramientos de la pieza.

Cuando la fuerza que se quiere ejercer es elevada, se pueden utilizar, en ocasiones, los tases de madera.

↑ **Figura 7.8.** Martillo de reconformado sin estructura.

↑ **Figura 7.9.** Ejemplo de conformación del aluminio con martillo y tas.

## 3.3. Herramientas de detección de irregularidades

Se denominan **líquidos penetrantes** (figura 7.10). Estos productos permiten detectar y evaluar **discontinuidades en piezas** sin modificar sus condiciones de uso. Se deben utilizar siempre después de realizar una operación de soldadura o de estirado sobre piezas de aluminio, sobre todo a lo largo de los cordones de soldadura.

El principio básico del método es muy sencillo. Una vez que la superficie de la pieza ha sido limpiada de toda impureza, se le aplica un producto coloreado conocido como **penetrante.** En el caso de que existiera alguna grieta o defecto, este producto se introduce en ella, cualquiera que sea su tamaño, por el efecto de capilaridad. El exceso de producto penetrante se elimina en el posterior limpiado de la pieza. A continuación, se aplica un recubrimiento de producto muy absorbente, denominado **revelador,** que produce un efecto de papel secante y que hará que el penetrante salga de la grieta. De este modo, el desperfecto se hace visible y, por tanto, permite su localización y la determinación del daño aproximado de la discontinuidad.

↑ **Figura 7.10.** Líquidos penetrantes para identificar fisuras en el aluminio.

## 3.4. Herramientas de unión: soldadura, remachado y adhesivos

Se pueden distinguir tres tipos de unión en la reparación del aluminio:

- **De remachado.** En lugar de la soldadura, en ciertas reparaciones es más aconsejable realizar, como sistema de unión, un remachado en combinación con adhesivos. Las herramientas utilizadas son la remachadora y los remaches de aluminio. Si utilizamos remaches de acero, estos tendrán un recubrimiento especial para evitar la corrosión por contacto del aluminio.
- **De soldadura.** Se utilizan los ya mencionados equipos por arco eléctrico con gases protectores inertes, como la soldadura TIG o la soldadura MIG. El metal de aportación será el mismo que el que se va a soldar.
- **De adhesión.** Se utilizan adhesivos estructurales de baja conductividad eléctrica, para evitar la aparición de procesos de corrosión galvánica.

**Soldadura por puntos de resistencia**

La soldadura por puntos de resistencia es una tñecnica en desuso en reparación de carrocerías de aluminio, principalmente por elevada cantidad de energía necesaria para realizar las uniones con ciertas garantías.

## 3.5. Requisitos de un área de reparación de aluminio

Los requisitos básicos de una zona de reparación de aluminio incluyen la protección contra la corrosión y las explosiones. El resto de requisitos que debe reunir un área de reparación de aluminio se encuentra recogido en las directivas para evitar los peligros de **combustiones espontáneas** provocadas por el polvo del alu-

→

minio y por explosiones de polvo al rectificar, cepillar y pulir el aluminio y sus aleaciones.

Es **absolutamente necesario separar las zonas de trabajo** de aluminio y de acero por dos motivos:

- Las virutas de acero y el polvo del rectificado pueden provocar daños por corrosión.
- El polvo del aluminio es explosivo.

El área de trabajo tiene que estar protegida contra el polvo del acero y las virutas del rectificado de las zonas del taller próximas mediante cortinas, pantallas protectoras móviles o por medio de paredes divisorias fijas.

Es necesario que tanto el suelo como las paredes se puedan lavar para eliminar todo el polvo del aluminio (**pero no se debe efectuar la limpieza con aire comprimido por el peligro de explosión**).

Las instalaciones y los equipos eléctricos que hay en una zona donde puede haber concentraciones de polvo de aluminio tienen que estar protegidas contra explosiones según las directivas correspondientes (sobre iluminación, tomas de corriente, plataformas elevadoras, aspiradores de polvo y todos los aparatos eléctricos que se utilizan en el área de trabajo).

El suministro de corriente debe ser de 110 V/ 230 V y las tomas de presión de flujo con un mínimo de 6-8 bares.

Por último, cuando se efectúen los trabajos de amoladura o corte necesarios en los trabajos con acero, las piezas de aluminio, en el caso de las carrocerías híbridas, deben estar protegidas de las chispas **debido al peligro de corrosión**.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Detalla la dotación de herramientas con las que debe de contar un profesional para reparar, con total garantía de calidad y seguridad, piezas de aluminio.

**Solución:**

| DOTACIÓN DE HERRAMIENTAS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Preparación de la chapa** | **De conformación** | **Detección de irregularidades** | **De unión** | **Material complementario** |
| • Cepillo redondo de acero ∅ 75 mm<br>• Cepillo redondo INOX fino ∅ 80 mm<br>• Sierra neumática | • Tas oblicuo<br>• Tas universal<br>• Cuñas de poliamida<br>• Martillo de desabollar y alisar<br>• Mazo de plástico<br>• Martillo de madera | • Difusor rojo para reensayo<br>• Depurador para reensayo<br>• Revelador termodifusor<br>• Marcadores | • Brocha redonda y plana<br>• Kit de adhesivos aluminio<br>• Pistola de cartuchos<br>• Remachadora<br>• Soldadura eléctrica<br>• Espátulas | • Secador de aire caliente<br>• Manta protectora<br>• Kit desabollador de aluminio<br>• Mordazas autoblocantes<br>• Brocas especiales<br>• Cincel |

# 4. Reparación del aluminio

Las propiedades del aluminio van a condicionar su comportamiento frente a los tratamientos y técnicas a los que será preciso someterlo para recuperar su forma y características originales, y para su sustitución.

El desabollado es una técnica muy conocida en las carrocerías de acero. Sin embargo, a la hora del reconformado en una carrocería con alguna pieza de aluminio, se debe saber que **los métodos difieren con respecto a las piezas de acero,** principalmente por las propiedades intrínsecas del aluminio.

En la conformación de paneles de acero, se aplica una serie de métodos de reconformado que consisten en la conformación de la chapa en la zona dañada junto con, en algunos casos, diversos tratamientos térmicos. En el desabollado de piezas de aluminio se recurrirá a estos métodos, aunque estarán condicionados ya que el comportamiento de las piezas de este material será algo distinto.

## 4.1. Tratamientos mecánicos

Durante el batido aparecen deformaciones con mayor facilidad en las piezas de aluminio que en las de acero (pudiendo presentar roturas o desgarros si el golpe es muy intenso). Esto se debe a la menor ductilidad del aluminio para soportar impactos sin sufrir deformaciones permanentes.

El reconformado de las piezas de aluminio es más delicado que el de las piezas de acero, ya que se puede producir un sobreestiramiento (figura 7.11) de la chapa en la zona a reparar si no se actúa adecuadamente.

↑ **Figura 7.11.** Tratamiento mecánico.

### Normas básicas de desabollado

- Se realizará un marcado de la zona deformada.
- Es muy importante elegir el tas adecuado dependiendo de la superficie deformada.
- Se emplearán herramientas ligeras y de materiales con menor durezas (mazos y tases de aluminio, goma, madera o nailon) y con los bordes redondeados, así como las superficies sin marcas.
- Los golpes serán precisos y controlados. Además, se procurará que el tas y el martillo no coincidan durante el conformado para evitar sobreestiramientos.
- Se prefieren muchos golpes suaves que pocos y contundentes.
- Se evitará el uso de martillos de repasar de acero y, en caso de utilizarlos, se actuará de forma suave.
- Siempre que se pueda se hará presión con alguna palanca de borde romo o redondeado, en lugar de dar golpes con el martillo.
- Si se utiliza el método del martilleo sobre la sufridera, es importante realizar solamente un ligero martilleo, ya que la superficie del aluminio se endurece rápidamente. Además, demasiados golpes o golpes fuertes pueden dilatar la chapa.
- En ciertas ocasiones, es preferible producir un calentamiento de la pieza previo a la conformación, con el objeto de que no se produzcan fisuras o grietas durante el proceso de conformado. Durante la aplicación de calor no se superarán los 150 °C; esta temperatura puede ser controlada por medio de marcadores termocromáticos.

→

### Proceso de desabollado

1. Se delimitará la zona deformada por medio de un marcador (figura 7.12).
2. Se comenzará el desabollado desde el centro de la deformación y extendiéndose hacia los extremos.
3. El reconformado o batido de la zona dañada se realizará sin provocar sobreestiramiento de la chapa mediante mazos de nailon o de madera con gran superficie de contacto y de dureza menor que la del aluminio (figura 7.13).
4. En deformaciones puntuales se utilizarán martillos de aluminio o limas de repasar poco estriadas.
5. El enderezado mediante martillo y tas sigue el mismo proceso que el utilizado para chapas de acero, con la diferencia de que no recupera su forma original una vez golpeado, ya que el aluminio es menos dúctil que el acero.

↑ **Figura 7.12.** Delimitación de la zona deformada.

↑ **Figura 7.13.** Batido mediante mazo de madera.

## 4.2. Tratamientos térmicos

Las piezas de aleaciones de aluminio endurecidas térmicamente poseen una mayor dificultad para deformarse; sin embargo, cuando lo hacen, su desabollado es mucho más complicado que el de las piezas de aluminio sin endurecimiento térmico.

Estos tratamientos tienen como objetivo corregir aquellos sobreestiramientos en los que el aluminio obliga a utilizar una mayor aportación de energía debido a su elevada conductividad térmica, ya que gran parte del calor se pierde al distribuirse por toda la pieza. Si se utiliza un equipo de corriente eléctrica para realizar estos tratamientos, se tendrá que utilizar una intensidad de corriente más elevada, debido a la menor resistencia ofrecida por el aluminio al paso de la corriente.

Cuando se tenga que aplicar la **técnica de recogido** mediante aplicación de calor, esta se realizará mediante **electrodo de cobre** cuando tengamos pequeños estiramientos, y con **soplete oxiacetilénico** cuando la deformación sea amplia y de elevada resistencia. En ambos casos después del calentamiento se realizará un enfriamiento rápido de la zona por medio de un paño húmedo.

Se evitará el uso del electrodo de carbono durante la aplicación de tratamientos térmicos por producir un marcado excesivo del electrodo en la chapa como consecuencia de un aporte de calor insuficiente.

Cuando la deformación sea accesible únicamente por una de sus caras, se utilizarán técnicas de desabollado como por ejemplo, el empleo de soldadura de espárragos u otros accesorios mediante equipo de soldadura de aluminio multifunción (figura 7.14) para su posterior tracción con martillo de inercia (figura 7.15)

↑ **Figura 7.14.** Equipo multifunción para aluminio.

↑ **Figura 7.15.** Extracción de abolladura mediante martillo de inercia.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

**Desarrolla un proceso de reparación de piezas de aluminio que contenga las herramientas necesarias, la conformación y ciertas recomendaciones.**

### HERRAMIENTAS RECOMENDADAS

- Utilizar únicamente las herramientas especiales para la reparación de aluminio.
- No utilizar herramientas empleadas ya en la reparación de piezas de acero porque pueden producir corrosión por contacto.
- No utilizar herramientas con cantos agudos para evitar el efecto de entalladura.

### ENDEREZADO DE LA CHAPA EXTERIOR

- Realizar un lijado suave mediante discos *Clean n strip*.
- Enderezado en frío: desabollar las zonas más abultadas comenzando desde el centro de la pieza, y alisarlas hacia los extremos mediante ligeros golpes con tas y el martillo sin estructura.
- En caso de abolladuras pequeñas o ligeras (granizo o aparcamiento) donde no haya daño sobre la pintura, se pueden usar métodos rápidos de reparación.
- Enderezado en caliente: cuando es necesario recoger la chapa, se calentarán las abolladuras solo puntualmente en el centro con llama autógena (equipo oxiacetilénico) o con sopladores de aire caliente, para frotar a continuación el material con un paño húmedo. Hay que tener en cuenta que el calentamiento produce un abombamiento del material y no cambia de color. Para controlar el calentamiento de la chapa se pueden usar, por ejemplo, lápices termocromáticos. No olvidar que la masa debe estar situada sobre una zona limpia de pintura.
- En caso de tener daños accesibles solamente por uno de los lados de la pieza, se puede utilizar el equipo desabollador multifunción para efectuar sobre los mismos una tracción mediante martillo de inercia que elimine la cavidad del daño.
- Lijar la zona soldada.

### RECOMENDACIONES

- En caso de utilizar soldadura por espárragos se podrá realizar un ajuste previo del equipo sobre chapas de iguales características hasta obtener la calidad deseada.
- Se evitará el agrietamiento y el sobreestiraje de las piezas con golpeos excesivamente fuertes e inadecuados.
- No se deben calentar grandes superficies ni sobrecalentar la chapa exterior.

→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

1. Cita las propiedades fundamentales del aluminio.
2. ¿Por qué el aluminio es más ligero y elástico que el acero?
3. ¿Qué ocurre cuando el aluminio alcanza su temperatura de fusión?
4. ¿Cómo debe ser la intensidad de la corriente al soldar piezas de aluminio?
5. ¿Qué herramientas de conformación se usan en la reparación de piezas de aluminio?
6. ¿Cuál es el método de trabajo a seguir con los líquidos penetrantes?
7. Describe las herramientas de unión utilizadas en los procesos de reparación del aluminio.
8. ¿Por qué es necesario separar las zonas de trabajo del acero y del aluminio?
9. ¿Cuáles son las normas básicas utilizadas durante el desabollado del aluminio?
10. ¿Mediante qué tratamientos térmicos se podrá efectuar el recogido en una pieza de aluminio?
11. ¿Por qué motivo no se utiliza el electrodo de carbono para aplicar tratamientos térmicos?

## DE TALLER

1. Diferencia las herramientas de reparación utilizadas para trabajar el acero y las de aluminio.
2. Realiza pruebas de soldadura sobre piezas de aluminio.
3. Realiza reparaciones sobre piezas de aluminio en las que utilices los tratamientos mecánicos y térmicos.
4. Repara un capó de aluminio utilizando los procesos más adecuados en función de la deformación.

# PARA **PRACTICAR**

## Desabollado de aluminio con máquina multifunción

### HERRAMIENTAS

- Desabollador para aluminio y accesorios

### MATERIAL

- Capó con daños por granizo

### OBJETIVO

Comprobar la rapidez de reparación al utilizar la máquina de aluminio en pequeños espesores de chapa.

### PRECAUCIONES

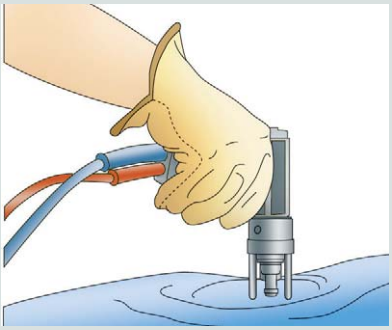
- Usar las herramientas propias de reparación de aluminio.
- Limpiar la superficie de impurezas antes de comenzar el proceso de reparación.

### DESARROLLO

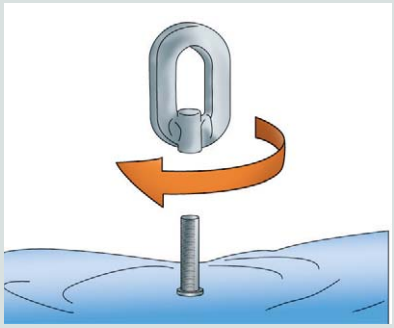
**1.** Se sitúa la pinza de masa lo más cerca posible a la zona dañada, y se efectúa el soldado de un espárrago enroscado mediante la pistola.

**2.** Se enrosca la arandela de tracción al espárrago.

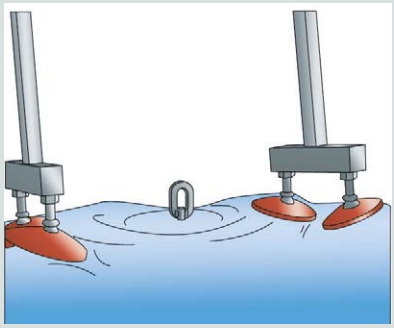
**3.** Se coloca el puente desabollador a la pieza por medio de ventosas para no dañar la pintura del vehículo.



↑ Soldado de espárrago.



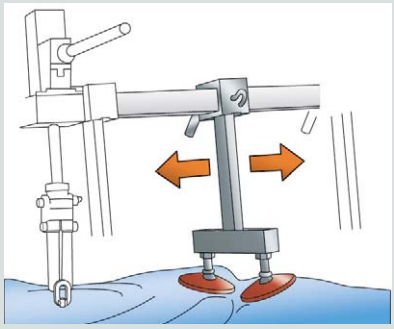
↑ Enroscado de la arandela.



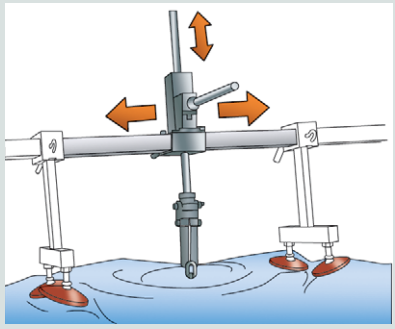
↑ Colocación del puente desabollador.

**4.** El puente cuenta con unos largueros de 80-150 cm y una garra que se sitúa en la vertical de la arandela de tracción.

**5.** La tracción se efectuará de forma manual y progresiva hasta restablecer la forma original de la pieza.



↑ Largueros del puente.



↑ Tracción.

→

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** ¿Cuál es la temperatura de fusión de la alumina?

a) 2.500 °C.
b) 2.050 °C.
c) 1.950 °C.
d) 660 °C.

**2** ¿Cómo es la conductividad del aluminio respecto a la del acero?

a) Cuatro veces menor.
b) Tres veces mayor.
c) Cuatro veces mayor.
d) Dos veces mayor.

**3** ¿Por qué motivo principal no se pueden usar las mismas herramientas al trabajar acero y aluminio?

a) Por la corrosión por contacto.
b) Por la oxidación por contacto.
c) Por su diferente resistencia a la tracción.
d) Por su diferente coeficiente de dilatación.

**4** ¿Cuál de las siguientes características no influye en la soldadura del aluminio?

a) El alto coeficiente de tracción.
b) La rápida oxidación.
c) La elevada conductividad térmica y eléctrica.
d) El alto coeficiente de dilatación.

**5** ¿Qué tipo de discos se deben utilizar para el lijado del aluminio?

a) De alto poder abrasivo.
b) De cualquier poder abrasivo.
c) De bajo poder abrasivo.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

**6** Los líquidos penetrantes se usarán principalmente después de la operación de:

a) Reconformado.
b) Soldadura y recogido.
c) Calentamiento previo a la soldadura.
d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

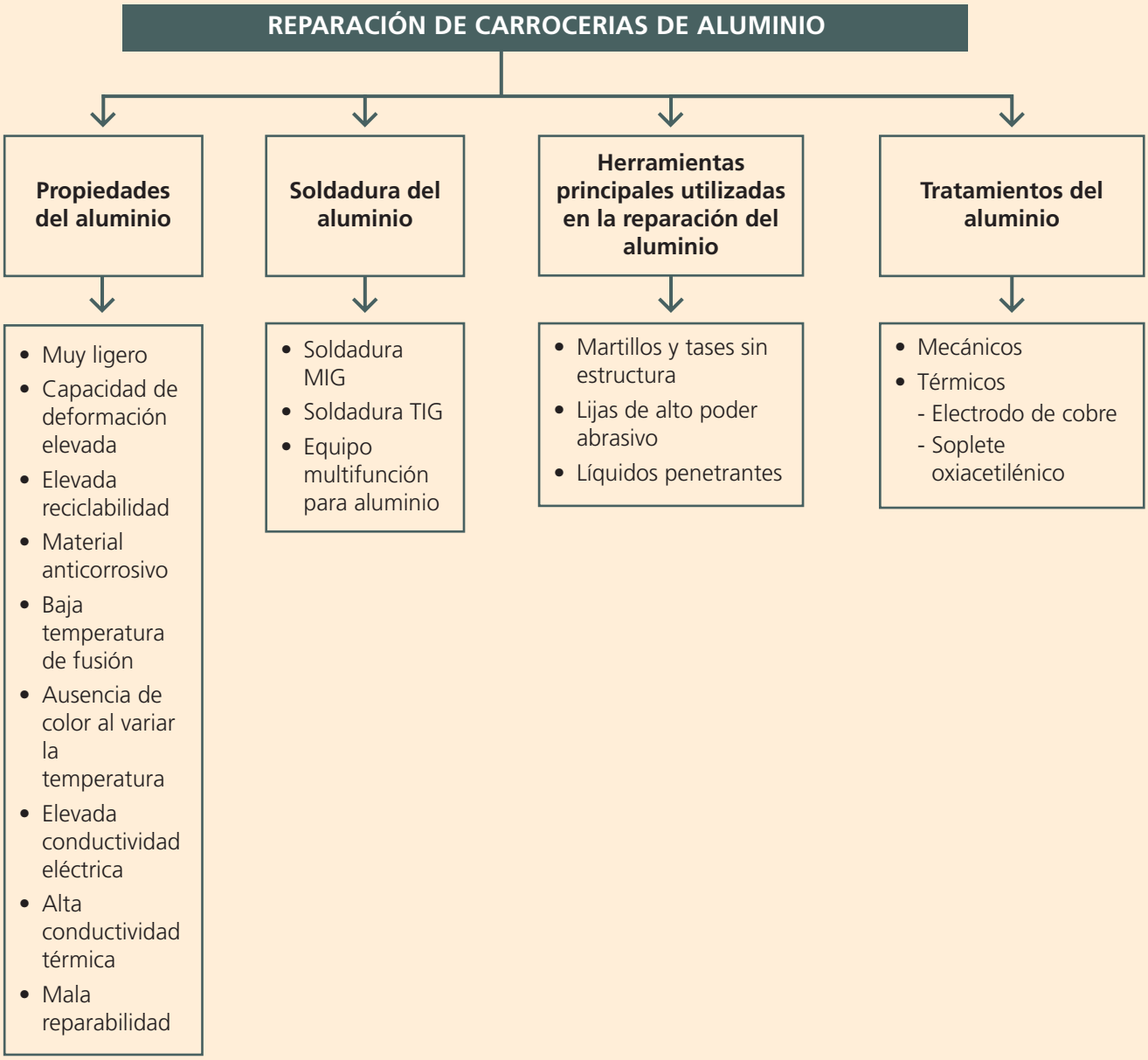
**7** ¿Qué temperatura no se debe sobrepasar durante el calentamiento del aluminio previo al desabollado?

a) 130 °C.
b) 150 °C.
c) 200 °C.
d) 170 °C.

**8** ¿En qué tipo de deformaciones se utilizará el recogido con electrodo de cobre?

a) En pequeños estiramientos.
b) En grandes deformaciones.
c) En deformaciones de elevada resistencia.
d) En deformaciones sin sobreestiramiento de la pieza.

# EN **RESUMEN**




# **AMPLÍA** CON...

- *Fichas técnicas de reparación*. CESVIMAP. Marzo 1999. Noviembre 2000. Abril 2005
- *Manual de carrocería. Reparación*. CESVIMAP. 1998.
- *Revistas CESVIMAP nº* 35 y nº 40.

- www.audi.es
- www. recursos.cnice.mec.es
- www.spanesi.es

→

# MUNDO DEL AUTOMÓVIL

Automóviles, aviones, trenes, satélites, construcción, cocinas... el aluminio nos rodea por todas partes. Desde finales del siglo XIX, los grandes países industrializados pusieron todo el empeño en utilizar esta materia para atender sus necesidades diarias y desarrollar sus industrias.

## El aluminio y el automovil: un reto de peso

Las cifras son elocuentes: desde comienzos del siglo XX, la producción mundial de aluminio se duplicó cada nueve años hasta 1950, fue multiplicada por diez de 1950 a 1980, y aumentó un 80% aproximadamente en los últimos veinte años. La producción actual es superior a los 25 millones de toneladas. Su crecimiento fenomenal interesa mucho a la industria automovilística.

En la actualidad, todos los constructores se preguntan: ¿Cómo aligerar los vehículos con el fin de reducir el consumo y las emisiones de gases de efecto invernadero? Además de las soluciones innovadoras (los motores HDi de PSA Peugeot Citroën, por ejemplo), o de sistemas que utilizan energías alternativas limpias, todos los grandes constructores intentan imponer un «régimen adelgazante» a sus vehículos.

Un régimen adelgazante para nuestros vehículos

De hecho, cada vez que se reduce el peso de un vehículo un 10%, se ahorra de 6 a 8% de carburante. Y Peugeot Citroën lo sabe muy bien. El aluminio tiene un papel estratégico en su producción de vehículos. ¿El reto vinculado a su uso? aligerar parte del casco (el capó en particular), de las uniones al suelo (cuna de soporte de motor, pinza de freno), de las ruedas (llantas) y del grupo motopropulsor (culata, carter, pistones, caja de cambios...), sin experimentar un impacto negativo sobre la seguridad.

Tres veces más ligero que el hierro, el aluminio tiene las mismas propiedades mecánicas. Además, su excelente resistencia a la corrosión y la diversidad de aleaciones realizables, le permiten cumplir exigencias mecánicas y termomecánicas adicionales. Por ejemplo, es posible «doparlo», una operación que consiste en incorporarle silicio, magnesio o cobre, con el fin de optimizar su resistencia a la temperatura y la ruptura. Estas aleaciones son utilizadas principalmente para fabricar las piezas situadas debajo del capó motor.

Pero el aluminio es caro y no se puede utilizar en la automoción más que en pequeñas cantidades. En Peugeot y Citroën, el aluminio representa un valor medio del 5% del peso total del vehículo. Pasará mucho tiempo hasta que se fabriquen vehículos con un porcentaje elevado de aluminio. Cierto es que se explora este eje de investigación desde hace años en Audi, pero hay que recordar que los materiales compuestos, el plástico por ejemplo, también permiten reducir el peso de los vehículos.

*Revista PSA PEUGEOT CITROËN*
Marzo de 2005

# AUDI fabrica el vehículo número 250.000 con carrocería de alumino

La empresa comenzó a utilizar el Concepto Audi Space Frame (ASF), especialmente desarrollado para carrocerías de aluminio, en 1993 en el modelo A8, y posteriormente lo adaptó para su utilización en el A2. Desde entonces, se han construido más de 117.000 unidades Audi A8 y 133.000 de A2. Audi estableció nuevos estándares como pionero de la producción en aluminio: los modelos A2 y A8 con su carrocería enteramente construida en este material han recibido más de cuarenta premios de diversas instituciones y publicaciones periodísticas.

La construcción ligera desempeña un papel importante en la firma, ya que la empresa ha estado llevando a cabo un intenso trabajo de investigación y desarrollo desde hace prácticamente veinte años. De este modo, Audi ha consolidado una extensa experiencia en la utilización de este material ligero. Audi presentó un estudio de diseño de una carrocería de aluminio basada en el Audi 100 en la Feria de Hanover de 1985. La utilización del aluminio, sin embargo, representa mucho más que un mero sustituto del acero. Con la presentación del ASF en 1993 se consiguió una estructura de aluminio de alta resistencia en la que se integraban los paneles de aluminio utilizándola como soporte. Las secciones de aluminio extrudido se conectaban por medio de componentes multifuncionales. El nuevo diseño también requirió la utilización de tecnologías innovadoras, y por ello se desarrollaron aluminios ligeros optimizados y nuevas técnicas de proceso.

www.pacocostas.com
Junio de 2005

La primera utilización del aluminio aplicada al automóvil se remonta a los años cincuenta, en las cadenas de producción del Dyna Panhard, diseñado por Jean-Albert Grégoire. Desde aquella época, el constructor alemán Audi fue el que más se inclinó por el uso masivo del aluminio, y propuso cascos compuestos de un porcentaje muy elevado de dicho metal.

8

# Los plásticos en el automóvil

## para empezar...

Durante los últimos años se ha producido un aumento creciente en la utilización de plásticos en el sector del automóvil. Este hecho se debe principalmente a las ventajas que presentan frente a otros materiales, como la resistencia a la corrosión, el bajo peso, la alta moldeabilidad, la posibilidad de reciclaje y otras buenas propiedades como los aislamientos eléctrico, térmico y acústico. Todos estos factores han influido para que los plásticos se hayan convertido en elementos de gran utilidad en la fabricación de componentes del automóvil.

## qué sabes de...

1. ¿Qué entiendes por plástico?
2. ¿En función de qué criterios se pueden clasificar los plásticos y que tipos existen?
3. ¿En qué consisten los procesos de transformación de plásticos?
4. ¿Qué se intenta conseguir en un automóvil con la aplicación de nuevas tecnologías aplicadas al plástico?
5. ¿Cuáles son las principales razones para el reciclado del plástico?

## ... vamos a conocer

1. Historia de los plásticos
2. Métodos de producción de materias plásticas
3. Tipos de materiales plásticos
4. Aditivos
5. Procesos de transformación de materiales plásticos
6. Nuevas tecnologías y aplicaciones del plástico
7. Propiedades de los plásticos
8. Reciclado de plásticos

PARA **PRACTICAR**
Identificación de plásticos en el automóvil

## y al finalizar...

- Conocerás los procesos de fabricación de los plásticos.
- Identificarás los diferentes tipos de plásticos más utilizados en el automóvil.
- Conocerás las formas de reciclar el plástico.

→

# 1. Historia de los plásticos

La definición de plástico proviene de la palabra griega ***plástikos,*** que significa ***adecuado para el moldeo***. No obstante, los plásticos se pueden definir mejor como compuestos orgánicos sólidos de origen sintético y de alto peso molecular, que son sólidos en sus estado definitivo pero que poseen una elevada plasticidad en determinadas condiciones o fases de fabricación.

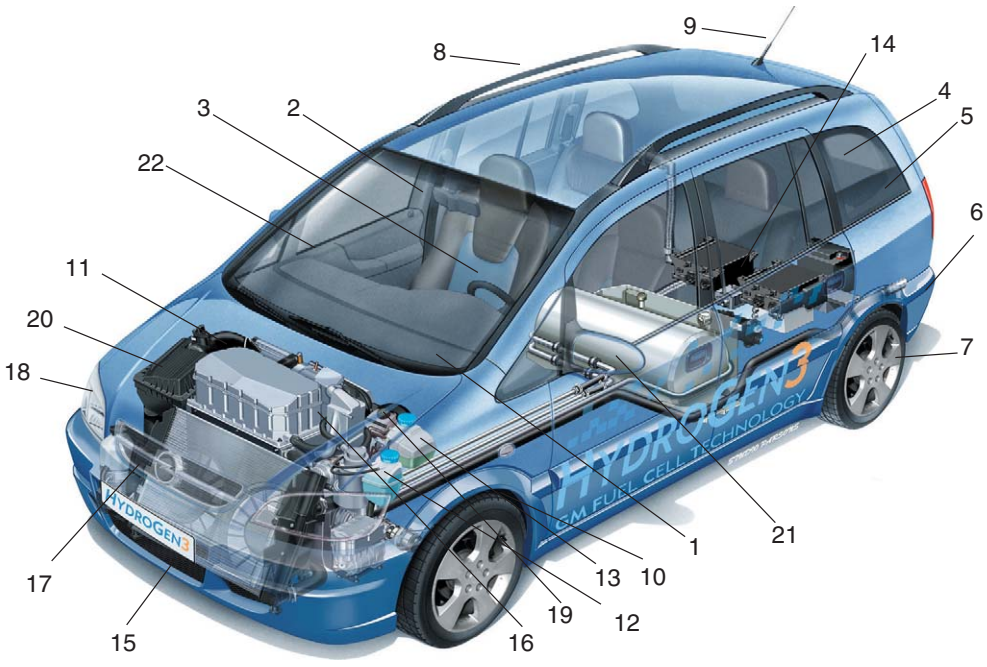
El primer plástico fue el llamado **celuloide** que fue descubierto por John Hyatt en 1860 durante la fabricación de bolas de billar. El siguiente gran descubrimiento se produjo en 1907 cuando Leo Baekeland inventó lo **baquelita**, primer plástico clasificado como termoestable. En la década de los treinta se descubre el primer termoplástico, al que llamaron **polietileno (PE).**

A partir de la década de los cuarenta los plásticos comienzan a introducirse en el sector de la automoción. En un primer momento se utilizaron como envoltura de algunos componentes del vehículo, y más tarde entraron a formar parte de elementos de revestimiento de las piezas de chapa del habitáculo. Durante esta época su uso no fue muy extendido, debido a algunos inconvenientes como el ruido que generaban y a su sensibilidad ante los cambios bruscos de temperatura.

Con el paso del tiempo, las elementos plásticos han mejorado tanto técnica como estéticamente, por lo que casi se han convertido en insustituibles por las numerosas ventajas que aportan frente a otros materiales alternativos.

En un primer momento, el plástico se hizo notar en **partes interiores** del vehículo como salpicaderos, guarnecidos, pulsadores, etc., extendiéndose más adelante a otras partes como la zona frontal, los protectores laterales y los pases de rueda. Hoy en día, este elemento es utilizado en la fabricación de **elementos externos e internos** de la carrocería y del motor, como asientos, faros, parachoques delantero y trasero, portones, guardabarros, alerones, *spoilers*, revestimientos externos de las puertas, techo, capó motor, tapa de maletero, volantes, airbag, colectores de admisión, correas, depósitos de fluidos, tapas de motor y otros muchos componentes (figura 8.1).

1. Salpicadero
2. Revestimientos montantes
3. Acolchado asientos
4. Revestimiento portón
5. Guarnición lateral
6. Parachoques posterior
7. Tapacubos
8. Barras laterales
9. Antena
10. Pasaruedas
11. Canalizaciones aire
12. Botella expansión
13. Depósito limpiaparabrisas
14. Carcasa batería
15. Rejilla anterior
16. Parachoques anterior
17. Rejilla radiador
18. Faros
19. Depósito líquido de frenos
20. Carcasa filtro de aire
21. Carcasa espejo
22. Revestimientos puertas



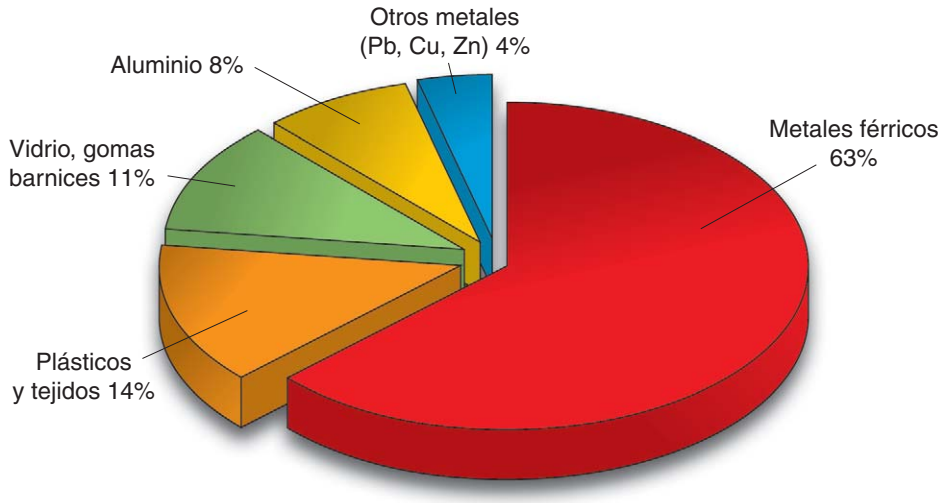

↑ **Figura 8.1.** Ejemplo de diferentes piezas de plástico de un vehículo.

En la actualidad, los constructores de automóviles se inclinan por la utilización de los plásticos en detrimento del acero por las numerosas ventajas que aportan y que, a continuación, se enumeran:

- **Reducción del peso** de las carrocerías con la consiguiente reducción de consumos. Aproximadamente el 12% del peso de una carrocería moderna es de materiales plásticos (figura 8.2), lo que supone el 35% de las piezas que forman el vehículo.
- Los plásticos **no se oxidan,** lo que provoca un ahorro de tratamientos anticorrosivos.
- Su uso implica la eliminación de muchas operaciones de acabado y la simplificación del montaje.
- Son **fácilmente moldeables,** por lo que se consigue confeccionar formas difíciles y complejas.
- Tienen capacidad para **absorber impactos** sin sufrir deformación alguna.
- Poseen excelentes propiedades de **aislamiento térmico, acústico y eléctrico**.
- Presentan métodos más económicos y ecológicos para su reciclado.

El principal inconveniente de los plásticos es que no soportan altas temperaturas, es decir, poseen mala estabilidad térmica. A una temperatura superior a los 200 °C se funden o degradan. Igualmente, podemos citar otros inconvenientes o puntos desfavorables de este tipo de materiales:

- Alta inflamabilidad.
- Baja resistencia mecánica.
- Baja estabilidad dimensional.
- Electricidad estática.
- Facilidad de rayado.
- Facilidad para captar humedad.
- Sensibilidad a la luz solar y a las condiciones ambientales.




↑ **Figura 8.2.** Distribución de materiales de un automóvil.

→

# 2. Métodos de producción de materias plásticas

La característica común a todos los plásticos es que están formados por grandes moléculas denominadas **polímeros o macromoléculas**, es decir, cadenas de moléculas orgánicas unidas químicamente. Estos polímeros se forman por la unión de otras moléculas más pequeñas llamadas **monómeros**. Estos materiales están basados en la afinidad del carbono para unirse consigo mismo de manera indefinida.

La fabricación de los polímeros implica cuatro pasos básicos:

1. **Obtención de materias primas**. En la actualidad, las materias primas usadas para la fabricación de plásticos son los derivados del petróleo y el gas natural. También se pueden obtener, pero, en menor cantidad, del carbón y la madera.
2. **Síntesis del polímero**. Esta puede ser por polimerización, policondensación y poliadición.
3. **Añadido de aditivos**. Los aditivos tienen la finalidad de mejorar algunas de las propiedades o características del plástico.
4. **Moldeado y acabado**. La forma final de los polímeros se puede conseguir por medio de varías técnicas como son la extrusión y el moldeo.

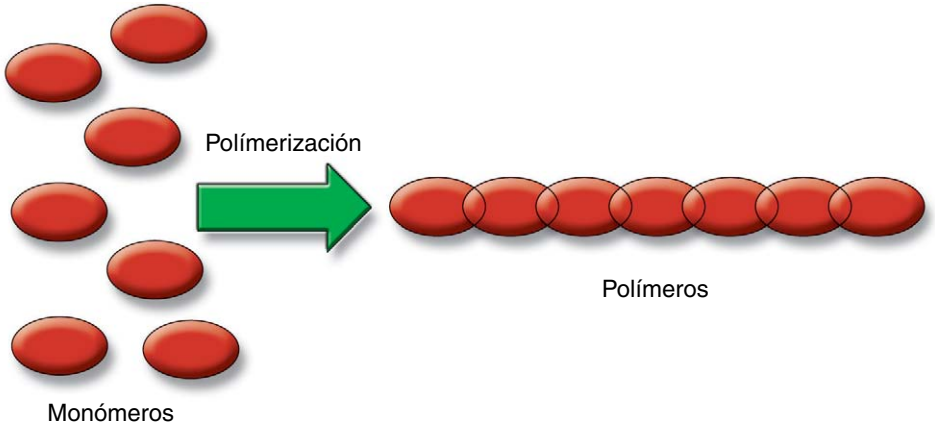
↑ **Figura 8.3.** Materia prima en forma de polvo y gránulos.

Los materiales plásticos se producen industrialmente de formas diferentes, ya que existen procesos distintos (síntesis del polímero) que consisten en unir varias moléculas pequeñas para formar moléculas más grandes, obteniéndose productos plásticos en forma de **gránulos, bolitas, polvos** (figura 8.3), o **líquidos** que posteriormente son procesados en productos de acabado. Los métodos de unión más importantes se detallan a continuación.

## 2.1. Polimerización

Es un proceso químico mediante el cual los diferentes monómeros se unen y se convierten en moléculas mucho más grandes (formando una cadena larga) y dando lugar a la polimerización por medio de diversos agentes como pueden ser calor, luz, presión y agitación.

Las reacciones que se producen durante una polimerización en cadena de monómeros (figura 8.4) como la del etileno, para formar **polímeros lineales,** como el polietileno, pueden dividirse en tres etapas:




↑ **Figura 8.4.** Proceso de polimerización.

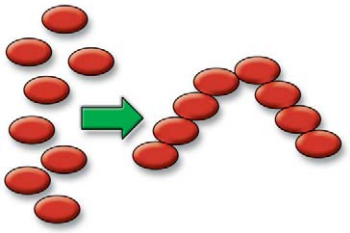
1. **Iniciación**. Se usan distintos tipos de catalizadores (peróxidos orgánicos) que actúan como generadores de la reacción de polimerización.
2. **Propagación.** Es la etapa que hace aumentar la cadena del polímero por sucesiva adición de unidades de monómero.
3. **Terminación.** Puede darse el caso de que dos cadenas en crecimiento se combinen, y también que trazas de impurezas puedan terminar la cadena polimérica.

Son polímeros obtenidos por este procedimiento el **polipropileno** (PP), el **polietileno** (PE) o el **policloruro de vinilo** (PVC), entre otros.

## 2.2. Policondensación

Es un sistema de polimerización que consiste en la unión de dos o más monómeros diferentes para formar así una molécula más compleja (figura 8.5). Durante este proceso se obtienen también el polímero de **productos secundarios** que puede ser agua, alcohol, amoniaco, etc.

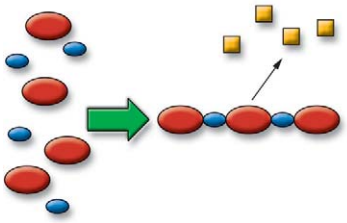
Los polímeros fabricados por este procedimiento son el **polietilentereftalato** (PET), los **poliésteres**, los **poliuretanos** (espumas aislantes), las **poliamidas** (nailon) o las **resinas fenólicas** (resinas epoxi).



↑ **Figura 8.5.** Proceso de policondensación.

## 2.3. Poliadición

Este proceso consiste en la unión de varios monómeros semejantes (figura 8.6). Estos enlaces pueden romperse por medio de un agente iniciador o catalizador que, normalmente, suele ser la luz o el calor. La principal diferencia respecto a la polimerización es que los monómeros **se van uniendo a una cadena en formación** y no se unen a cadenas formadas entre sí, como sucede en el proceso de polimerización.

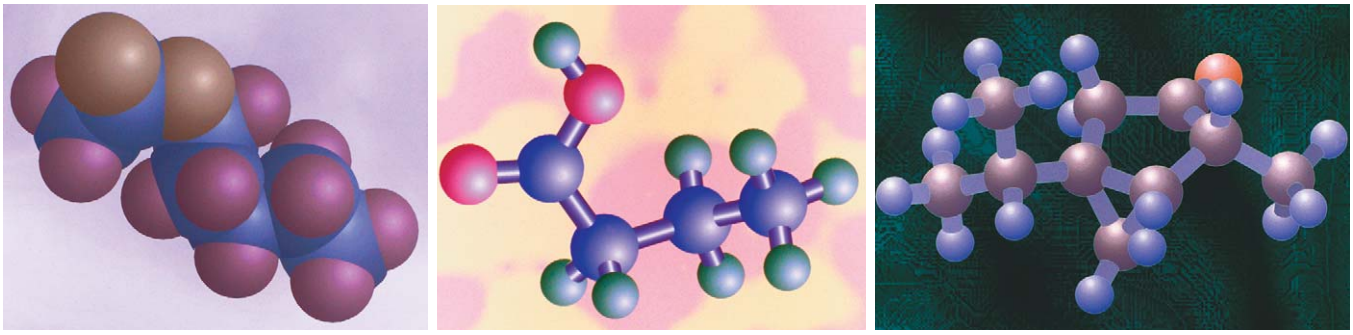


↑ **Figura 8.6.** Proceso de poliadición.

Los poliuretanos (PUR) son polímeros obtenidos por este procedimiento.

La estructura de una cadena polimérica puede dividirse en grupos estructurales en función de la naturaleza química y técnica utilizada durante su sintetización. Estos grupos o cadenas pueden ser (figura 8.7):

- Cadena lineal. Constituida por largas cadenas de monómeros unidas por enlaces.
- Cadena ramificada. Presenta cadenas secundarias unidas a la cadena principal.
- Cadena reticulada o entrecruzada. Es una o más cadenas de polímeros unidas por cadenas secundarias.



a) Polímero de estructura lineal. b) Polímero de estructura ramificada. c) Polímero de estructura reticulada o entrecruzada.

↑ **Figura 8.7.** Estructuras de las cadenas de polímeros.

→

# 3. Tipos de materiales plásticos

Los plásticos se pueden agrupar en función de sus propiedades, pero un criterio importante a tener en cuenta en su clasificación es su **comportamiento frente al calor**. Otro criterio de clasificación pueden ser la posibilidad de ser reciclados o no, e incluso la procedencia de las materias primas. Teniendo en cuenta el primer criterio, los tipos de plástico existentes son:

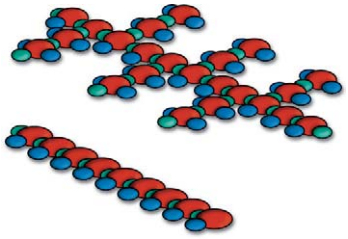
- Termoplásticos.
- Termoestables.
- Elastómeros.

## 3.1. Materiales termoplásticos

Están compuestos por **cadenas largas de polímeros lineales y ramificados** que se unen entre sí mediante enlaces secundarios (figura 8.8).

Cuando se calientan, **se ablandan sin descomposición y pueden ser moldeados**, es decir, necesitan calor para poder deformarse, y después de enfriarse mantienen la forma en que fueron moldeados (proceso reversible).

Este tipo de plásticos tiene una fácil conformación, ya que se puede calentar y moldear muchas veces sin que experimente ningún cambio significativo de sus propiedades. Tiene un bajo punto de fusión y bajas características mecánicas.



↑ **Figura 8.8.** Estructura molecular de un termoplástico

Los principales termoplásticos utilizados en el automóvil son:

### Polipropileno (PP)

- Se recupera con facilidad de los impactos.
- Es un rígido, con buena elasticidad.
- Resiste temperaturas de hasta 130 °C.
- Admite cargas reforzantes (fibras de vidrio, talco, etc.) formando materiales con altas propiedades mecánicas.
- Es el plástico más utilizado en la industria automovilística.
- Tienen diversas aplicaciones: canalizaciones, baterías, carcasas de calefacción, parachoques (figura 8.9), revestimientos interiores y exteriores, etc.

↑ **Figura 8.9.** Parachoques de polipropileno.

### Policarbonato (PC)

- Es muy resistente al impacto, fácil de soldar y pintar.
- Su estructura es rígida con moderada elasticidad.
- Al soldar; se deforma con facilidad y produce hervidos.
- Resiste temperaturas de hasta 150 °C.
- Sus aplicaciones son: parachoques, revestimientos de los mismos, carcasas de los faros, *spoilers*, carenados de motos y rejillas.

### Acrilonitrilio/butadieno/estireno (ABS)

- Tiene estructura rígida. A temperatura de fusión, produce hervidos en la superficie y es muy deformable.
- Con temperaturas ambientales inferiores a 10 °C se agrietan los contornos de la soldadura, siendo preciso calentar previamente la pieza a soldar.
- Se muestra resistente a temperaturas de hasta 110 °C.
- Sus aplicaciones son: calandras y rejillas, tapacubos, estructuras de salpicaderos (figura 8.10), *spoilers*, accesorios del interior, carenados de motos, etc.

↑ **Figura 8.10.** Salpicadero de ABS.

### Policarbonato de butileno (xenoy) (PC + PBTP)

- Su estructura es muy rígida y presenta buena resistencia al impacto a temperaturas entre 30 y 80 °C.
- La temperatura de fusión produce hervidos en la superficie y es fácilmente deformable.
- Sus aplicaciones: parachoques, rejillas, *spoilers*, revestimientos, etc.

### Polietileno de alta densidad (PE + HDPE)

- Su estructura es muy elástica, con buena recuperación al impacto.
- Posee aspecto y tacto ceroso.
- Se muestra resistente a la mayoría de los disolventes y ácidos.

→

↑ **Figura 8.11.** Canalizaciones de polietileno.

- Presenta poca resistencia al cizallamiento.
- Tiene muy buenas cualidades de moldeo.
- A los 87 °C tiende a deformarse.
- Al desbarbar los cordones de soldadura, se emboza con facilidad el abrasivo.
- Sus aplicaciones son: canalizaciones, revestimientos de pases de rueda, baterías, absorbedores de parachoques y depósitos de combustible.

### Poliamida (PA)

- Se alía con facilidad con otros plásticos.
- Presenta varias densidades, desde flexible como la goma hasta rígido como la fibra de nailon.
- Posee buenas propiedades mecánicas y fácil mecanizado.
- Presenta buena resistencia al impacto y al desgaste.
- Es de fácil soldadura.
- Sus aplicaciones son: rejillas, tapacubos, radiadores, carenados de motos y revestimientos exteriores.

### Acrilonitrilo butadieno estireno/policarbonato (ABS-PC)

- Posee estructura de alta rigidez.
- Muestra buena resistencia al choque.
- A temperatura de fusión (150 °C) produce hervidos y es deformable.
- Sus aplicaciones son: parachoques y rejillas.

### Polietileno (PE)

- Posee estructura muy elástica con buena recuperación al impacto.
- Se muestra resistente a la mayor parte de los disolvente y ácidos.
- Presenta muy buenas cualidades de moldeo.
- Tiende a deformarse cuando se sobrepasan los 87 °C.
- Sus aplicaciones son: canalizaciones (figura 8.11), revestimientos de pases de rueda, baterías, depósitos de combustibles, etc.

### Polipropileno/etileno-propileno-dieno-monómero (PP/EPDM)

- Posee estructura elástica, con buena recuperación de la deformación por impacto.
- Se muestra resistente a la mayoría de los disolventes.
- Es fácilmente soldable.
- Se deforma a partir de los 90 °C.
- Sus aplicaciones son: parachoques, revestimientos de los mismos, cantoneras, *spoilers*, revestimientos de interiores y exteriores, etc.

### Policloruro de vinilo (PVC)

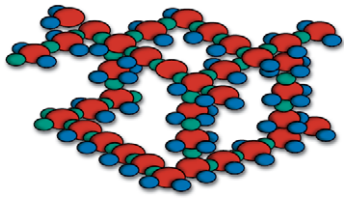
- Se le pueden aplicar diferentes tipos de aditivos, dando lugar a materiales muy distintos en aparencia.
- Posee estructura rígida y flexible con gran resistencia al desgaste.
- Sus aplicaciones son: molduras exteriores, cables eléctricos, gomas sintéticas, etc.

### Acrilonitrilo butadieno estireno/policarbonato (ABS-PC o PC-ALPHA)

- A temperatura de fusión, produce hervidos en la superficie y es muy deformable.
- Posee una estructura más rígida que el ABS.
- Sus aplicaciones son: parachoques, rejillas, etc.

## 3.2. Materiales termoestables

Están constituidos por cadenas de polímeros **muy ramificados** y con enlace cruzado que forman estructuras tridimensionales muy estables (figura 8.12), de modo que, por mucho que se calienten, no llegan a fundir.



↑ **Figura 8.12.** Estructura molecular de un polímero termoestable.

**No pueden ser refundidos y remoldeados** de otra forma como los termoplásticos, porque se descomponen o se deterioran al ser adicionalmente calentados a temperaturas altas (proceso irreversible). Esta desventaja hace que las piezas procesadas no puedan reciclarse.

Sus principales ventajas son:

- Alta estabilidad térmica y dimensional.
- Alta rigidez y bajo peso.
- Resistencia a la deformación bajo carga.
- Buenas propiedades como aislante eléctrico y térmico.

Entre los más importantes utilizados en el automóvil se encuentran los siguientes:

### Resinas epoxy (EP)

- Poseen estructura rígida o elástica en función de las modificaciones y agentes de curado.
- Presentan excelente adherencia en cualquier plástico, excepto en los olefínicos (PP, PE y otros).
- Tienen buen comportamiento a temperaturas elevadas, hasta 180 °C.
- Poseen buena resistencia a los agentes químicos.
- Sus aplicaciones son: como adhesivo en diferentes partes de la carrocería y como base de circuitos impresos.

### Poliuretano (PUR)

- Se puede presentar como termoestable, termoplástico e incluso como elastómeros (espuma).
- Puede tener estructura rígida, semirígida y flexible.

→

- Es resistente a ácidos y disolventes.
- Soporta bien el calor.
- Las deformaciones, en elementos de espuma flexible, se corrigen con facilidad aplicando calor.
- Cuando se presenta como un termoplástico se debe soldar con varilla.
- Se puede reparar con sistemas adhesivos cuando se presenta como un termoestable.
- Sus aplicaciones son: parachoques, salpicaderos, asientos, *spoilers*, cantoneras, etc.

### Plásticos reforzados con fibras de vidrio (GFK)

- Los plásticos reciben este nombre al reforzarse con fibras de vidrio.
- Pueden ser rígidos y elásticos.
- Al tener cargas de fibra de vidrio, presentan una resistencia mayor.
- Sus aplicaciones son: canalizadores de radiadores, parachoques, *spoilers* y cantoneras.

### Resina de poliéster insaturado (UP)

- Posee buenas propiedades eléctricas y físicas.
- Presenta buena resistencia a los agentes químicos.
- Tiene buena estabilidad dimensional.
- Posee gran resistencia mecánica.
- Presenta elevada rigidez, por lo que resulta muy frágil.
- Sus aplicaciones son: parachoques, rejillas, canalizadores, portones, capós, carrocerías completas, exteriores de autobuses, etc.

## 3.3. Materiales elastómeros o cauchos

Son materiales poliméricos no muy ramificados en los que se pueden entrelazar cadenas laterales formando estructuras bidimensionales susceptibles de cambiar en gran medida cuando se les aplica una tensión.

Tienen un **comportamiento muy flexible y elástico,** permitiendo grandes deformaciones sin rotura tras las que recobran su forma inicial. Además, poseen una alta densidad y son muy blandos.

Entre los principales se hayan el caucho (natural y sintético), neopreno y poliuretanos.

- **Caucho natural:**
  - Se muestra resistente al desgaste y al impacto.
  - Es un buen aislante eléctrico.
  - Sus aplicaciones son: neumáticos, juntas, etc.
- **Caucho sintético:**
  - Tiene mayor resistencia a los agentes químicos que el natural.
  - Es un buen aislante térmico y eléctrico.

- **Poliuretano (PU) / Poliuretano rígido (PUR):**
  - Se muestra resistente al desgarro y la abrasión.
  - Permanece resistente a productos como el aceite y la gasolina.
  - Buen aislante térmico.
  - Sus aplicaciones son: revestimientos interiores, asientos, cantoneras, etc.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Indica en el siguiente dibujo la distribución de los diferentes plásticos en el automóvil.

**Solución:**

**ABS.** Accesorios del interior del motor y tapacubos.

**PP + EPDM**. Parachoques delantero y trasero.

**PP.** Parachoques delantero y trasero, revestimiento de pases de rueda, carcasas de faros, espejo retrovisor.

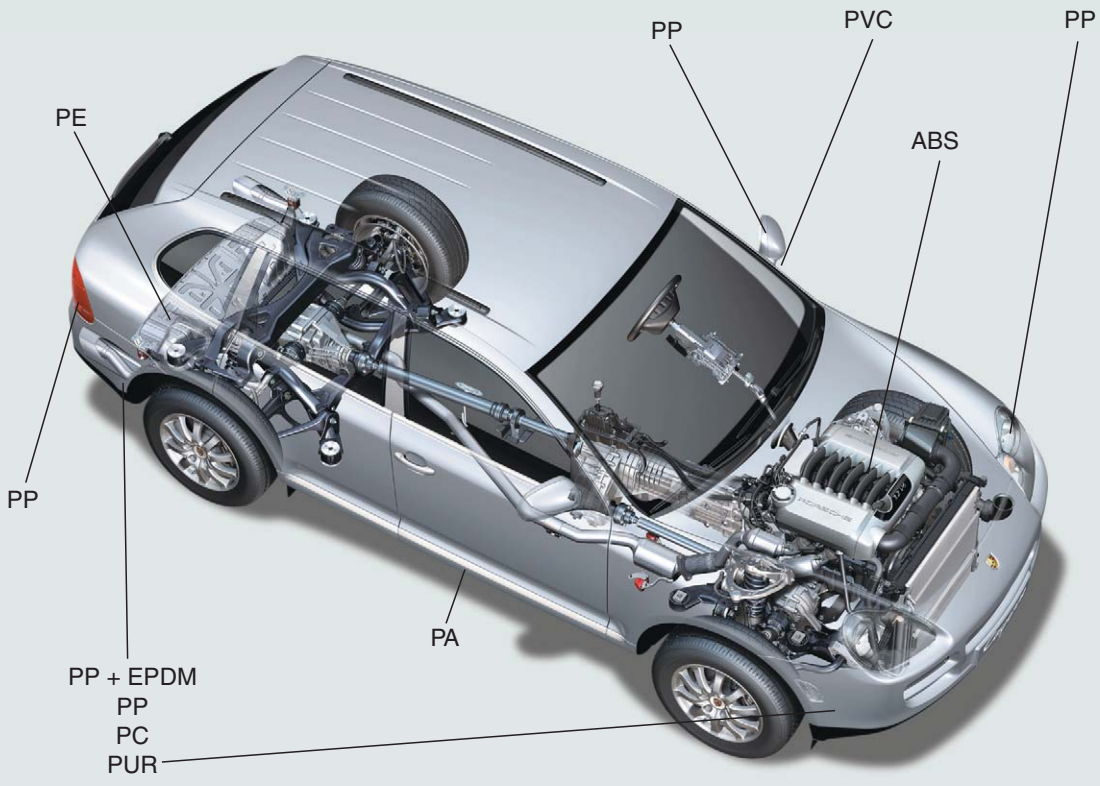
**PUR.** Parachoques delantero y trasero, salpicadero.

**PA.** Tapacubos, retrovisores, revestimientos exteriores.

**PC.** Parachoques delantero y trasero.

**PVC.** Molduras.

**PE.** Revestimiento de rueda, baterías, depósitos de combustible.




↑ **Figura 8.13.** Plásticos del automóvil.

→

# 4. Aditivos

Se denomina así a los compuestos químicos de diversa naturaleza que se añaden al producto (polímero) en cantidad variable para modificar o reforzar sus propiedades iniciales. A continuación se citan los más importantes:

- **Estabilizadores**. Son compuestos que intentan reducir o evitar la degradación causada por fenómenos como el paso del tiempo, el oxígeno, el calor o la luz. También se les puede llamar antioxidantes.
- **Plastificantes.** Estos aditivos se infiltran en la estructura para proporcionar cierta flexibilidad o fluidez a la cadena del polímero. Hay que tener en cuenta que, al igual que el plastificante penetra en el polímero, también sale y, por tanto, el producto plastificado irá perdiendo flexibilidad con el tiempo.
- **Lubricantes**. En general, son compuestos orgánicos que se añaden en pequeñas cantidades para facilitar el flujo del plástico en el proceso de moldeo por fundido del material.
- **Colorantes.** Son compuestos minerales u orgánicos utilizados para dar color al polímero y así conseguir un aspecto atractivo o para cubrir unas necesidades de normalización (colores determinados en tubos de conducciones de fluidos, etc.).
- **Catalizadores**. Son compuestos químicos o mezclas de compuestos que se añaden al polímero para dificultar su polimerización o condensación y afianzar así sus propiedades iniciales.
- **Refuerzos.** Pueden ser compuestos de tipo mineral, orgánico o metálico que se incluyen en la cadena de polímero con objeto de conseguir mejores propiedades de resistencia mecánica, eléctrica y de rigidez. El compuesto más utilizado como refuerzo es la **fibra de vidrio.** Sus principales características son:
  - Tiene buenas propiedades dieléctricas.
  - Muestra alta resistencia al agua.
  - Presenta buenas prestaciones térmicas.
  - Presenta buena resistencia a la tracción.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Haz un cuadro resumen en donde reflejes el comportamiento de los diferentes plásticos frente al calor.

**Solución:**

| ELEMENTOS DE UNA CARROCERÍA AUTOPORTANTE | |
|---|---|
| **Termoplásticos** | Se calientan, se funden y al enfriarse solidifican |
| **Termoestables** | Se calientan, se descomponen y no es posible llevarlos al estado fundido |
| **Elastómeros** | Son flexibles y elásticos. Al calentarse, aumenta la flexibilidad y la elasticidad, pero no es posible llevarlos al estado de fusión |

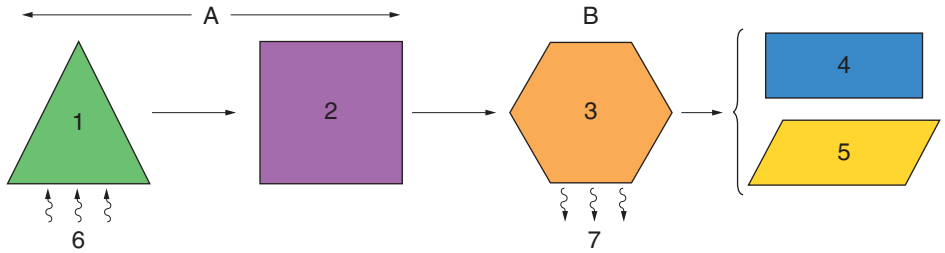
# 5. Proceso de transformación de materiales plásticos

En función de la aplicación para la que se elija el plástico, se utilizará un proceso u otro para transformar la materia prima (que se suministra en forma de gránulos, bolitas o polvos de polímero) en productos con forma definida como tubos, piezas moldeadas finales, etc.

Las técnicas empleadas para conseguir la forma final y el acabado de los plásticos dependen de tres factores: el **tiempo, la temperatura y la deformación**. La naturaleza de muchos de estos procesos es cíclica, si bien algunos pueden clasificarse como continuos o semicontinuos.

## 5.1. Transformación de termoplásticos

Los termoplásticos pueden, mediante la aplicación de calor, deformarse y adaptarse a un molde, y si la temperatura es adecuada, soldarse perfectamente. Una gran parte de las piezas fabricadas con plásticos se obtienen por moldeo de los polímeros. Generalmente la materia prima se suministra en forma granulada o en polvos (figura 8.14).




A. Plastificación
B. Estampación
1. Gránulos, polvos o producto semielaborado
2. Producto fundido pastoso
3. Conformación del objeto
4. Piezas, láminas o perfiles
5. Residuos reciclables
6. Aporte de calor
7. Enfriamiento

↑ **Figura 8.14.** Esquema del proceso de conformación de materiales termoplásticos.

### Conformación por prensado

Consiste en introducir una cantidad de material en el interior de un **molde,** sometiendo posteriormente el sistema molde-material a un calentamiento y una presión tales que el material se reparte uniformemente por la cavidad del molde, manteniendo esta presión hasta que el material se endurece. Finalmente, se retira la parte superior del molde para extraer la pieza.

### Conformación por extrusión

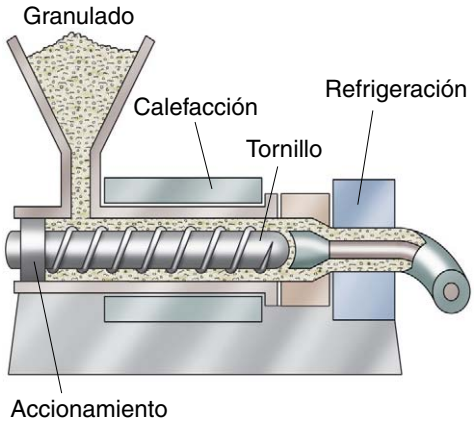
Se puede definir como el proceso por el que la masa de termoplástico se introduce a través de una tolva en un cilindro caliente y, mediante un **tornillo rotatorio,** se fuerza al plástico fusionado a través de una abertura en un molde adecuado para generar formas continuas (figura 8.15). Después de salir del molde, la pieza debe enfriarse por debajo de su temperatura de transición para asegurar su estabilidad dimensional. El enfriamiento se realiza generalmente por chorro de aire o mediante un sistema de refrigeración por agua.

→

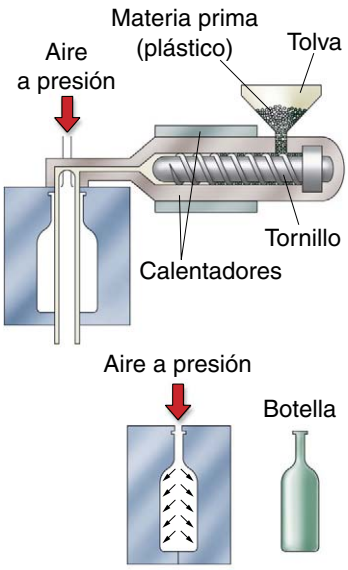
Las características que definen este proceso son:

- Se obtienen de perfiles de longitud definida e indefinida.
- Es un proceso de alto rendimiento.
- Las extrusoras se definen en función del diámetro del husillo.
- Es un simple proceso de aporte de material plastificado que inicia un proceso de moldeo o conformado.

Mediante este sistema de transformación se obtienen casi todos los perfiles de un vehículo como juntas de estanqueidad de las puertas, capó y portón, perfiles de los parabrisas y las ventanillas, recubrimientos de cables, etc.




↑ **Figura 8.15.** Ejemplo de conformación por extrusión-compresión.




↑ **Figura 8.16.** Ejemplo de moldeo por extrusión-soplado.

## Moldeo por extrusión-soplado

En el moldeo por soplado se sitúa un cilindro o tubo de plástico calentado entre las mandíbulas de un molde (figura 8.16). Se cierra el molde para aprisionar los bordes del cilindro y **se insufla aire comprimido**, forzando al plástico a expandirse y adaptarse a la concavidad del molde.

Las características que definen este proceso son:

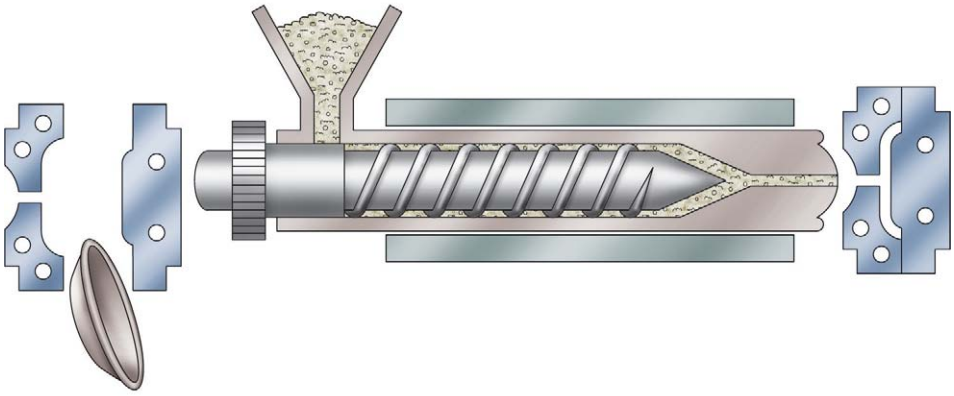
- La obtención de figuras huecas (este sistema se utiliza para la fabricación de botellas de expansión, depósitos de combustible, etc.).
- Un acabado que no es perfecto, ya que se producen irregularidades en el espesor de las paredes de las piezas.
- Buen rendimiento y bajos costes.

## Transformación por inyección

Es uno de los métodos de procesado más importantes para dar forma a los materiales termoplásticos, incluso para los de formas muy complicadas. Se utiliza un **mecanismo de enroscado alternativo** para fundir el plástico e inyectarlo en un molde.

En el proceso de moldeo por inyección existe una primera fase en donde se introducen los gránulos de plástico desde una tolva a través de un orificio al cilindro de inyección sobre la superficie de un tornillo rotativo que los lleva hacia el molde. La rotación del tornillo empuja los gránulos contra las paredes calientes del cilindro, produciendo su fusión debido al calor de compresión y fricción y al de las paredes del cilindro. Cuando se fusiona suficiente material plástico en el molde final del tornillo de comienza la segunda fase; el tornillo se detiene y, por un movimiento de percusión,

inyecta un disparo de material fusionado a través de un orifico de colada, y entonces lo introduce dentro de las cavidades cerradas del molde. El tornillo mantiene la presión del material plástico introducido en el molde durante un corto período de tiempo para permitir su solidificación, y entonces se retrae. El molde se enfría con agua para disminuir rápidamente la temperatura de la pieza plástica. Finalmente, se abre el molde y la pieza es expulsada de él con aire (figura 8.17c).



↑ **Figura 8.17.** Ejemplo de transformación por inyección con husillo.

Las principales ventajas del moldeo por inyección son:

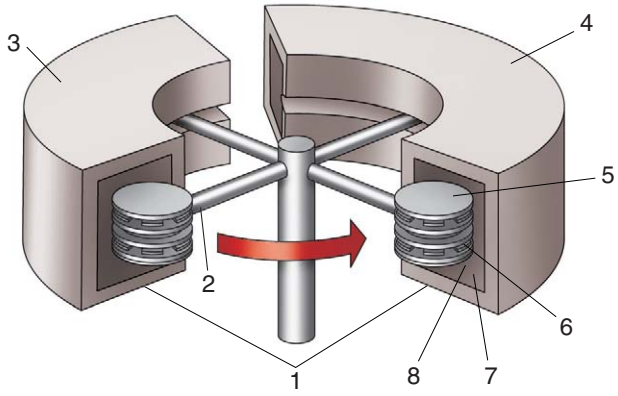
- Pueden producirse piezas de gran calidad a alta velocidad de producción.
- Tiene costes de mano de obra relativamente bajos.
- Pueden producirse grandes acabados superficiales de las piezas moldeadas.
- Pueden producirse formas complicada.
- Sus principales aplicaciones son: cuadros de mando, volantes, guarniciones elásticas, electroventiladores conectores y enchufes eléctricos, reposabrazos, etc.

Las principales desventajas del moldeo a inyección son:

- Sus altos costes de maquinaria; hay que producir gran cantidad de piezas para amortizar la máquina.
- Se ha de controlar el proceso para extraer un producto de calidad.

## Conformación por molde giratorio

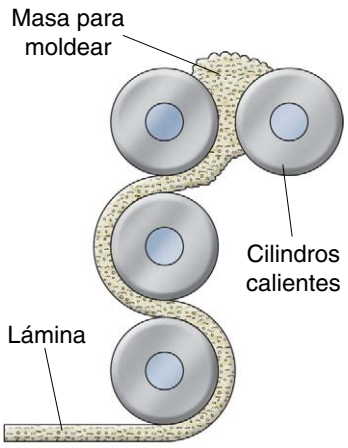
Consiste en reproducir piezas en un molde que se hace girar y que, por la acción de la fuerza centrífuga, hace penetrar el material en el molde (figura 8.18).




1. Zona de carga y extracción de piezas
2. Brazos giratorios
3. Horno de calentamiento
4. Zona de enfriamiento
5. Portamoldes
6. Moldes
7. Revestimiento
8. Abertura

↑ **Figura 8.18.** Conformación por molde giratorio.

→




↑ **Figura 8.19.** Conformación por calandrado.

### Conformación por calandrado

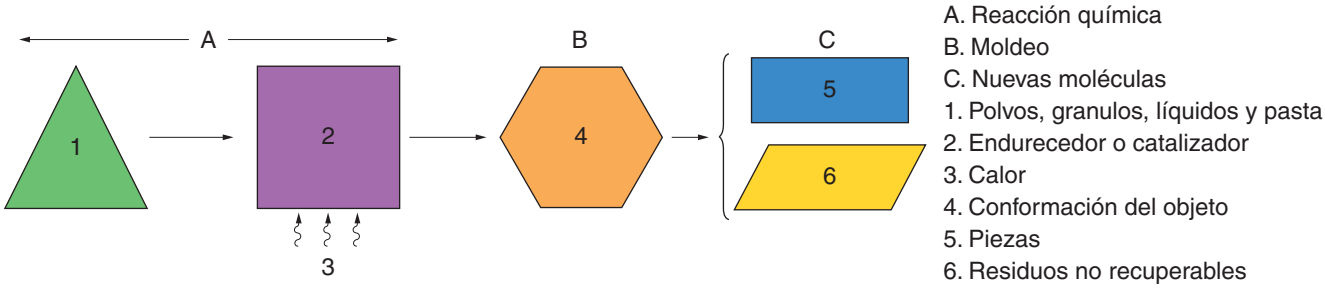
Es aplicable a los plásticos termoplásticos y elastómeros. Se hace pasar el material precalentado por una serie de pares de rodillos con el fin de obtener el calibrado deseado (figura 8.19).

Las características que definen este proceso son:

- Extrusión de hilos o cintas.
- Al producirse estiramiento se incrementa la resistencia mecánica.
- Se aplica en cordelería y texturización (sistema empleado para obtener el hilo del que se hace la tela de los asientos).

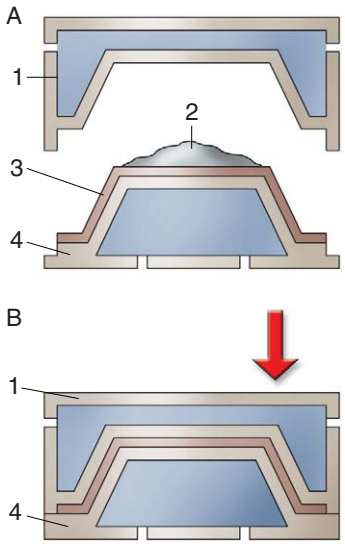
## 5.2. Transformación de termoestables

En principio, los termoestables no son ni deformables ni soldables por el calor pero pueden, sin embargo, adherirse por medio de colas adecuadas. Antes del moldeado los productos termoestables son líquidos, pastosos o sólidos, pero una vez catalizados no es posible darles otra forma (figura 8.20). Suelen estar compuestos por una resina termoestable y una carga de refuerzo.




↑ **Figura 8.20.** Esquema del proceso de moldeo de materiales termoestables.

1. Contramolde calentado
2. Resina
3. Refuerzo de fibra de vidrio
4. Molde calentado




↑ **Figura 8.21.** Ejemplo de moldeo por compresión en caliente.

### Moldeo por compresión en caliente

Este proceso por compresión carga la resina plástica, que puede estar precalentada, en un molde caliente que contiene una o más cavidades (figura 8.21). Se fuerza a la parte superior del molde (en caliente) a descender sobre la resina plástica, y la presión aplicada junto con el calor funde la resina y la fuerza, ya licuada, a llenar la cavidad. Se necesita un calor continuo para completar el entrecruzamiento de la resina termoestable, y entonces la pieza es expulsada del molde. El material de exceso es recortado posteriormente de la pieza.

Las ventajas del moldeo a compresión son:

- Los costes iniciales del molde son pequeños.
- El relativamente pequeño flujo de material reduce el desgaste y la abrasión en los moldes.
- Es más factible la obtención de varias piezas.
- Los gases expelidos durante la reacción de curado pueden escapar en el proceso de moldeado.

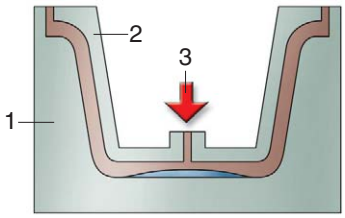
Sus desventajas principales son:

- Las piezas de configuraciones complicadas son difíciles de realizar en este proceso.
- Puede ser difícil ajustar las inserciones a tolerancias pequeñas.
- El sobrante de las piezas moldeadas debe recortarse.

## Moldeo con inyección de resina

Es un sistema de **moldeo por transferencia** en donde la resina líquida no es introducida directamente en la cavidad del molde, sino que se introduce o inyecta en el hueco molde a través de una cámara exterior (figura 8.23). El conjunto está formado por un molde y un contramolde. Cuando se cierra el molde, un percutor fuerza a la resina de plástico de la cámara exterior a través de un sistema de orificios de colada en las cavidades del molde. Después de que el material moldeado haya tenido tiempo de curarse de forma que se haya formado una red rígida de material polimérico, la pieza moldeada es expulsada del molde.

1. Molde.
2. Contramolde.
3. Resina.




↑ **Figura 8.22.** Moldeo por inyección de resina.

Las ventajas más importantes de este sistema son:

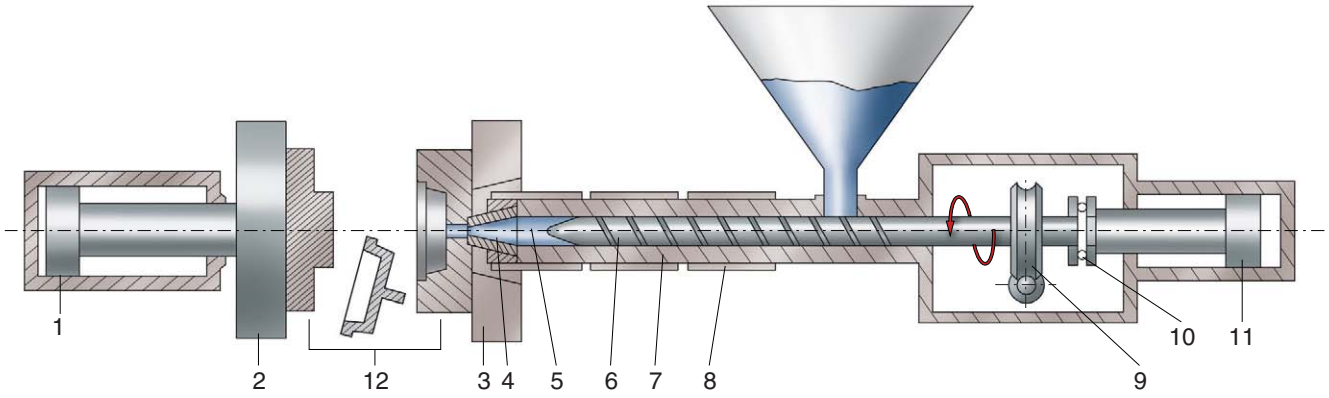
- El molde por transferencia tiene la ventaja sobre el moldeo por compresión de que no se forma sobrante durante el moldeado, y por ello la pieza moldeada necesita menor acabado.
- Se pueden hacer muchas piezas al mismo tiempo mediante un sistema de orificios de colada.
- Es especialmente útil para producir pequeñas piezas complicadas que podría ser difícil realizar mediante moldeo por compresión.

## Moldeo con inyección por tornillo

Este sistema sirve para que algunos compuestos termoestables puedan ser moldeados por inyección mediante máquinas de moldeo por inyección de tornillo alternativo (figura 8.24). Se añaden cubiertas especiales para el calentado y enfriado de las máquinas estándar de moldeo por inyección, de forma que la resina pueda curarse en el proceso. Se necesita una buena ventilación de las cavidades del molde para algunas resinas termoestables que generan productos de reacción durante el curado.

Actualmente se utiliza en piezas del automóvil como capós, portones, etc. Sus ventajas principales son:

- La gran automatización del proceso de moldeo.
- La producción de piezas en grandes series.
- Se utiliza para obtener piezas de formas complejas.




1. Placa de mando para cierre de molde
2. Placa móvil
3. Placa fija
4. Boquilla
5. Cámara de inyección
6. Husillo de plastificación
7. Cilindro de plastificación
8. Elementos termorreguladores
9. Motorreductor de rotación del husillo
10. Cojinete de empuje axial
11. Pistón de mando de inyección
12. Pieza

↑ **Figura 8.23.** Moldeo con inyección por tornillo.

→

# 6. Nuevas tecnologías y aplicaciones del plástico

Actualmente, los constructores de automóviles diseñan carrocerías en las que se ha conseguido reducir peso y costes de fabricación sin mermar las características relacionadas con la seguridad y el medio ambiente. Por tanto, los métodos y procesos de fabricación han cambiado considerablemente.

## 6.1. Tecnología híbrida

En los últimos años se están fabricando piezas de **tecnología híbrida** en las que se complementan las propiedades del plástico y del metal (figura 8.24).

↑ **Figura 8.24.** Ford Focus.

Uno de los aspectos más interesantes de esta técnica es que es posible aumentar la resistencia de la estructura de acero con nervadura de plástico por encima de lo que se podría conseguir con una chapa de refuerzo soldada. En cierto modo, el material metálico proporciona la parte principal de **resistencia y ductibilidad** requerida, mientras que la sobreinyección de plástico proporciona la **rigidez y conformación** final a la pieza. Sus ventajas principales son:

- Reducción de peso.
- Excelente resistencia.
- Alta energía de absorción.
- Libertad de diseño.

Hasta este momento, las aplicaciones de estas tecnología se han limitado a piezas puntuales con una responsabilidad estructural que puede determinarse con cierta facilidad.

**El proceso de identificación de los *compound***

Se realiza por medio de siglas, indicando el tipo concreto e incluso el proceso de fabricación seguido.

**SMC:** compuesto moldeable en láminas.

**BMC:** compuesto moldeable a granel.

## 6.2. Materiales compuestos

Las piezas de compuestos poliméricos avanzados se diseñan y fabrican de una forma totalmente diferente al acero, ya que permiten el trenzado interior de fibras, formando una **matriz-soporte plástica** que distribuye uniformemente la tensión. Las fibras pueden ser seleccionadas y orientadas para conseguir las propiedades mecánicas deseadas, y las más utilizadas en la fabricación de vehículos son:

- **Fibras de carbono**. Tienen robustez parecida a la del acero pero menor peso.
- **Fibras de vidrio**. Poseen buenas propiedades y resultan más baratas que las fibra de carbono.
- **Polyaramida** (fibra de Kevlar). Poseen características similares a la fibra de vidrio.
- **Fibras cerámicas de carburo de silicio**. Forman parte de los compuestos de aluminio.

Un ejemplo de materiales compuestos son los llamados **composites de elemetos estructurales en plásticos** (termoestables semielaborados), como es el **SMC** (Sheet Mouiding Compound) y el **BMC** (Bulk Molding Compound). Son semiproductos obtenidos en un molde a los que previamente se les ha introducido una pasta matriz de resina de poliéster termoestable junto con la asociación de refuerzos a base de fibras de vidrio, y se les ha sometido a la acción de la presión y la temperatura (120–160 °C). A este subproducto se le puede añadir otros componentes como, por ejemplo, los aditivos de termoplásticos (estabilizadores, catalizadores, colorantes, etc), con el objeto de mejorar su moldeo y sus propiedades.

Las principales características del SMC y del BMC son:

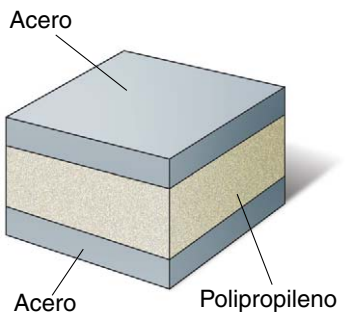
- Posee buena resistencia mecánica, tanto a compresión como a tracción.
- Tiene gran ligereza.
- Posee elevada resistencia a los ácidos y disolventes.
- Tiene baja absorción de agua.
- Sus ciclos de producción son cortos, por lo que resultan rentables para largas series.
- Sus aplicaciones son: paneles de carrocería, parachoques, radiadores, depósitos de gasolina, componentes de ignición y refuerzos.

Se estima que la reducción de peso de los monocascos fabricados con materiales compuestos puede llegar hasta un 60%, en relación con su equivalente en acero, y en torno a un 50% en carrocerías de aluminio. Por último, con los compuestos se pueden fabricar piezas con una inversión hasta diez veces menor debido a que los procesos de conformado son mucho menores que los del acero.

## 6.3. Sándwinch con acero

Es un tipo de estructura en el que existen combinaciones de materiales que no se mezclan sino que se aplican de **forma estratificada,** como por ejemplo los revestimientos. Son los denominados **sándwich con acero** (figura 8.25), que están compuestos por dos capas (o pieles) muy rígidas y de reducido espesor que envuelven un alma de gran espesor y de poca resistencia. El conjunto forma una estructura de gran ligereza y representa un excelente aislamiento térmico. Un ejemplo sería el conjunto que se compone de un termoplástico como el polipropileno, que va recubierto en ambas caras por acero. Sus características son:

- Ofrece ahorro de peso sin pérdida de rendimiento.
- Comparte técnicas de procesado y unión con el acero.
- Sus aplicaciones son: frontales y alojamientos de la rueda de repuesto.




↑ **Figura 8.25.** Ejemplo de tecnología sándwich.

→

# 7. Propiedades de los plásticos

Las propiedades de los plásticos son muy variadas ya que dependen de la naturaleza química del polímero, de la configuración de las moléculas del mismo y del tipo de interrelación entre dichas moléculas. Pero en general, los plásticos son malos conductores del calor y de la electricidad, y tienen una resistencia térmica limitada.

Las numerosas propiedades con las que cuentan los plásticos las podemos clasificar en:

- Propiedades físicas.
- Propiedades mecánicas.
- Propiedades térmicas.
- Combustión.
- Comportamiento químico.
- Comportamiento eléctrico.

## 7.1. Propiedades físicas

Entre ellas se encuentran la **forma y la estructura** de las cadenas macromoleculares. La longitud de la cadena es un aspecto a tener muy en cuenta ya que cuanto más larga sea y mayor grado de enredamiento tenga; más aumentan sus propiedades mecánicas y viscosas, con lo que también disminuye la moldeabilidad.

La capacidad de moldeo de un plástico se puede medir durante los procesos de transformación, de extrusión e inyección, mediante el índice de fluidez que alcanza la cantidad de material que sale a través del orificio de un recipiente en el que se encuentra un plástico a una cierta temperatura y sometido a una cierta presión.

## 7.2. Propiedades mecánicas

Estas dependen del esfuerzo que se aplique, de la temperatura a la que se someta y del tiempo que dure la aplicación. La deformación es la suma de la deformación elástica y de la plástica.

## 7.3. Propiedades térmicas

Los plásticos poseen una baja conductividad térmica, y cuando un elemento sufre un calentamientos breve, puede alcanzar temperaturas de trabajo superiores a las admitidas teóricamente. Existen aditivos que mejoran la disipación térmica.

## 7.4. Combustión

Existe un comportamiento muy variado de los plásticos ante la combustión. La observación de la combustión de un plástico es el mejor método para identificarlo.

## 7.5. Comportamiento químico

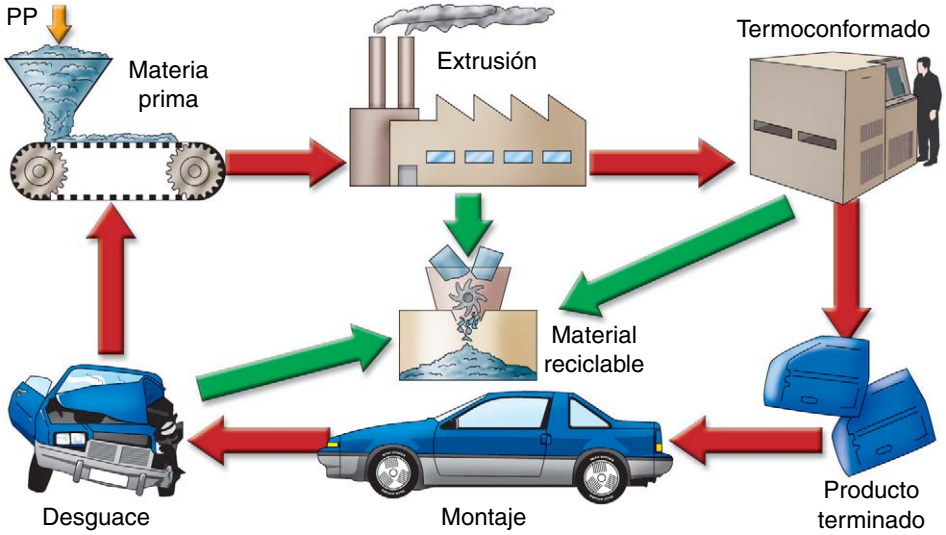
Depende principalmente de la naturaleza química de la propia molécula básica de la cadena. A la hora de seleccionar un plástico para la fabricación de una pieza se tendrá muy en cuenta el medio en el que se va a encontrar.

## 7.6. Comportamiento eléctrico

Todos los plásticos presentan buenas propiedades dieléctricas y un comportamiento bueno como aislantes eléctricos.

# 8. Reciclado de plásticos

El reciclado de plásticos es de suma importancia y engloba cualquier proceso por el cual las piezas fabricadas se recuperan y se tratan de tal manera que se produce un nuevo producto útil (figura 8.26). Las razones fundamentales para el reciclado son las económicas, las de ahorro de materias primas y energía y, por último pero no menos importante, las de tipo ecológico. En principio, 100 kg de plástico sustituyen a 200 ó 300 kg de materiales convencionales, con los correspondientes ahorros de peso, de combustible y de desgaste de los vehículos. Para desarrollar concienzudamente el reciclado de los materiales plásticos, los fabricantes de automóviles han planificado minuciosamente la recuperación de piezas y de materiales.




↑ **Figura 8.26.** Ejemplo de un proceso de tratamiento de plásticos.

Los pasos previos para efectuar el reciclado del plástico son la **recolección, el transporte a un centro de reciclado y la clasificación** de los mismos. Una vez hecho, se procederá a reciclar el plástico mediante diversos tratamientos. Estos tratamientos se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Reciclado primario.
- Reciclado secundario.
- Reciclado terciario.
- Reciclado mecánico.
- Reciclado energético.
- Reciclado químico.

## 8.1. Reciclado primario

Este tipo de reciclado es el que se produce cuando un material se reprocesa para la misma aplicación original, por ejemplo botellas de plástico sin utilizar que se convierten en otras nuevas.

## 8.2 Reciclado secundario

En este tipo de reciclado el material recuperado se reprocesa para crear un objeto diferente al original. Los objetos producidos de esta forma poseen propiedades físicas peores que las que tenía el objeto originariamente.

**Residuos sólidos urbanos (RSU)**

Los residuos plásticos provenientes de residuos sólidos urbanos se clasifican en:

- Residuos plásticos simples, clasificándose y separándose los de distintas clases.
- Residuos mixtos; diferentes plásticos mezclados entre sí.
- Residuos plásticos mixtos combinados con otros (papel, carbón y metales).

→

| DESTINO | 1992 | 2000 |
|---|---|---|
| Vertedero | 77% | 10% |
| Reciclado físico | 8% | 20% |
| Reciclado químico | 0% | 20% |
| Recuperación energética | 15% | 50% |

## 8.3. Reciclado terciario

En este caso los residuos plásticos se transforman en productos no plásticos tales como aceites, ceras, grasas, monómeros o energía. Existe, por lo tanto, un reciclado energético, un reciclado químico, etc.

## 8.4. Reciclado mecánico

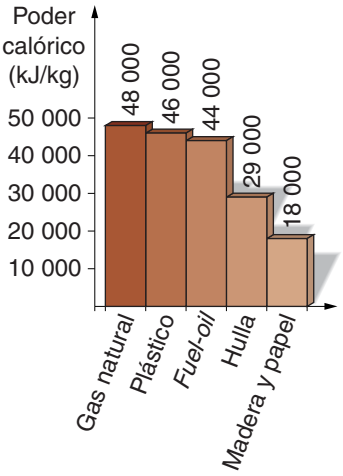
En este proceso se recogen los plásticos de los **procesos de fabricación de la industria** (petroquímica o transformadora), es decir, los que quedan a pie de máquina. Este producto es limpio y homogéneo en su composición; por tanto, es fácil de reciclar y permite su posterior utilización.

El procesamiento de materiales plásticos utilizados consiste en trocear el material para introducirlo posteriormente en una máquina extrusora-granceadora. El material obtenido se moldea mediante los métodos tradicionales. Solamente puede aplicarse a los termoplásticos, que son aquellos que funden por la acción de la temperatura.

Este tipo de reciclado presenta dos problemas fundamentalmente; el primero es que el plástico ya utilizado pierde parte de sus propiedades, lo que obliga a emplearlos en la fabricación de otro tipo de productos con menos exigencias; el segundo; es la dificultad para separar los distintos tipos de plásticos.

## 8.5. Reciclado energético

En este proceso se aprovecha el alto poder calorífico de los plásticos durante su incineración en hornos especialmente diseñados para la **recuperación de energía** (figura 8.27). Este sistema presenta el inconveniente de que puede producir contaminantes (como el ácido clorhídrico) que son vertidos a la atmósfera.




↑ **Figura 8.27.** Poder calorífico de diferentes productos respecto de los plásticos.

## 8.6. Reciclado químico

Este sistema ofrece la ventaja de no tener que separar tipos de resina plástica, es decir, que puede tomar residuos plásticos mixtos, reduciendo de esta manera los costos de recolección y clasificación y dando origen a **productos finales de muy buena calidad**. Hay distintos procesos, y en permanente optimización, de reciclado químico:

- **Pirólisis**. Las moléculas de plásticos son sometidas a un craqueo por calentamiento (*craking*). Este proceso genera hidrocarburos líquidos o sólidos que pueden ser luego procesados en refinerías.
- **Hidrogenación**. En este caso los plásticos son tratados con hidrógeno y calor. Las cadenas de polímeros quedan rotas y convertidas en un petróleo sintético que puede ser utilizado en refinerías y plantas químicas.
- **Gasificación**. Mediante este proceso, el plástico es calentado con aire o con oxígeno. De este modo se obtienen gases de síntesis como el monóxido de carbono e hidrógeno, que pueden ser utilizados para la producción de metano o amoniaco.

En los próximos años el **reciclado químico** se desarrollará de una forma importante, y alcanzará valores superiores al 20% del total de los sistemas de reciclado. Por otra parte, las **unidades de incineración** experimentarán un mayor aumento en cuanto a procesamiento de residuos plásticos: ellos generan un calor o electricidad que son un valioso medio de explorar el alto contenido energético de los plásticos, con un poder calorífico a medias entre el petróleo y el carbón.

Una forma de contribuir a mejorar el medio ambiente al disminuir el número de residuos tóxicos es proceder a la **reparación de piezas de plástico en lugar de sustituirlas**

***Craking***

El proceso de *craking* consiste en romper la cadena de moléculas del polímero para dar lugar a nueva materia prima básica a utilizar de nuevo en la fabricación de plásticos.

por piezas nuevas. Los plásticos son materiales que la naturaleza tarda mucho tiempo en degradar, con lo que constituyen un grave problema ecológico.

Según la clasificación de plásticos que hemos expuesto anteriormente y teniendo en cuenta su reacción al calor y si son moldeables o no, los plásticos **termoestables** no pueden ser considerados normalmente como susceptibles de reciclado, y por tanto solamente son recuperables como combustibles. Por su parte, las resinas **termoplásticas** son reciclables debido a que, durante su fabricación y transformación, sus propiedades permanecen prácticamente inalteradas.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Investiga sobre algunos tipos de plásticos, y detállalos en una tabla en la que se distingan sus aplicaciones primarias y sus usos después de ser reciclados.

**Solución:**

| TIPO DE PLÁSTICO | APLICACIONES PRIMARIAS TÍPICAS | USOS POST-RECICLADO TÍPICOS |
|---|---|---|
| **Polietileno Tereftalato PET** | • Botellas y envases<br>• Alfombras<br>• Refuerzos para neumáticos<br>• Cintas de vídeo y audio | • Textiles para bolsas<br>• Lonas<br>• Velas náuticas<br>• Alfombras<br>• Cuerdas, hilos<br>• Espumas aislantes |
| **Polietileno de alta densidad PEAD** | • Contenedores<br>• Botellas de alimentos<br>• Detergentes y cosméticos<br>• Juguetes<br>• Enseres domésticos<br>• Películas<br>• Caños para agua y gas | • Bolsas<br>• Botellas de detergentes<br>• Caños<br>• Sustitutos de la madera |
| **Polietelino de baja densidad PEBD** | • Películas<br>• Bolsas<br>• Juguetes<br>• Contenedores | • Bolsas de basura<br>• Sustitutos de la madera<br>• Membranas aislantes de la humedad<br>• Films para agricultura |
| **Policloruro de vinilo PVC** | • Botellas<br>• Tarjetas de crédito<br>• Pisos y marcos de ventanas<br>• Aislantes para cables | • Muebles de jardín<br>• Barandas<br>• Zapatos<br>• Contenedores |
| **Polipropileno PP** | • Contenedores<br>• Baterías y piezas para auto<br>• Envases para microondas<br>• Productos de medicina<br>• Artículos para el hogar | • Contenedores<br>• Piezas de automotores<br>• Sillas<br>• Sustitutos de la madera<br>• Textiles |
| **Poliestireno PS** | • Envases lácteos<br>• Bandejas para alimentos<br>• Bazar<br>• CD<br>• Paneles aislantes<br>• Juguetes | • Accesorios de oficina<br>• Aislamientos térmicos<br>• Bandejas |

→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

1. ¿Cuál fue el primer plástico que se inventó?
2. ¿Qué ventajas tiene el plástico frente al acero en la construcción de automóviles?
3. ¿Cómo están formados básicamente los plásticos?
4. ¿Qué cuatro pasos fundamentales se deben de producir en la fabricación de plásticos?
5. ¿Qué diferencia existe entre policondensación y poliadición?
6. ¿Cuáles pueden ser las posibles estructuras de una cadena de polímeros?
7. Define las características de los siguientes plásticos termoplásticos: polipropileno, ABS y polietileno.
8. ¿Cómo están formadas las cadenas de polímeros de materiales termoestables?
9. ¿Cuáles son las principales ventajas de un material termoestable?
10. Define las características de los siguientes plásticos termoestables: poliuretanos y resinas de poliéster insaturado.
11. ¿Cuál es la estructura principal de un plástico termoestable?
12. ¿Cuál es el objeto de añadir aditivos a los plásticos? ¿Qué tipos existen?
13. ¿Cómo se produce la transformación de termoplásticos mediante prensado?
14. ¿Cuáles son las principales características del proceso de extrusión de un termoplástico?
15. Indica cuáles son las principales ventajas del sistema de moldeo con inyección de resina en un material termoestable.
16. ¿En qué consiste la tecnología híbrida?
17. Cita las características principales de los materiales compuestos.
18. ¿En qué consisten los procesos más importantes de un reciclado químico?

## DE TALLER

1. Localiza y clasifica los diferentes componentes plásticos en un automóvil según sean termoplásticos, termoestables y elastómeros.
2. Indica en una tabla las aplicaciones de los tipos de plásticos identificados.

# PARA **PRACTICAR**

## Identificación de plasticos en el automóvil

### HERRAMIENTAS

- Manuales
- Tabla de tipos de plásticos

### MATERIAL

- Piezas plásticas de vehículo

### OBJETIVO

Desmontar piezas plásticas sobre diferentes vehículos actuales para conseguir una relación de los plásticos más empleados en la fabricación de sus elementos.

### RECOMENDACIONES

Se usarán los elementos de protección personal necesarios para eliminar los posibles riesgos derivados de las operaciones de desmontaje.

### DESARROLLO

**1.** Se desmonta el retrovisor izquierdo de un Opel Vectra y se comprueba que esta fabricado de Poliamida (PA), en concreto > PA 6 + 30% GF <.

**2.** Se desmonta la carcasa motor de un Seat Córdoba que esta fabricada a base de poliamida > PA 6 – GF 10 – M20 <. A su vez la carcasa lleva en su parte interior una espuma de PUR para protegerla del calor desprendido por el motor.

**3.** Se desmonta de un Citroën Xantia el faro antiniebla del paragolpes delantero. Esta constituido por Polipropileno > PP – GF 30 <.

↑ Retrovisor izquierdo Opel Vectra.

↑ Carcasa del motor Seat Córdoba.

↑ Faro antiniebla Citroen Xantia.

**4.** Se extrae la guantera de un Ford Mondeo. En uno de sus laterales se puede comprobar que esta fabricada de ABS.

**5.** Se desmonta de un panel de puerta de un Opel Vectra el reposabrazos. En su parte posterior se encuentra grabadas las letras ABS.

**6.** Se extrae de un vehículo Nissan el conjunto ventilador de calefacción-ventilación. En su carcasa se puede observar que el material del cual esta constituido es polipropileno (PP).

↑ Guantera Ford Mondeo.

↑ Panel de puerta en Opel Vectra.

↑ Conjunto ventilador de Nissan.

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** La definición de plásticos proviene de una palabra:

a) Española.
b) Griega.
c) Francesa.
d) Italiana.

**2** ¿Qué porcentaje de plásticos y tejidos forman parte de un vehículo actualmente?

a) 18%
b) 15%
c) 12%
d) 14%

**3** ¿Cuál de las siguientes etapas no forma parte de la polimerización de un plástico?

a) Propagación.
b) Iniciación.
c) Aglomeración.
d) Terminación.

**4** Los termpoplásticos están compuestos por una estructura de cadenas largas de polímeros:

a) Lineales.
b) Lineales y ramificadas.
c) Reticuladas.
d) Ramificadas.

**5** ¿Cuál de las siguientes características no corresponde a la poliamida?

a) Se alía fácilmente con otros plásticos.
b) Puede presentarse en estado flexible o rígido.
c) Es difícil de soldar.
d) Posee buenas propiedades mecánicas.

**6** La función principal de un aditivo plastificante en un plástico es:

a) Evitar o reducir la degradación.
b) Dar color.
c) Mejorar sus propiedades mecánicas y eléctricas.
d) Proporcionar flexibilidad y rigidez.

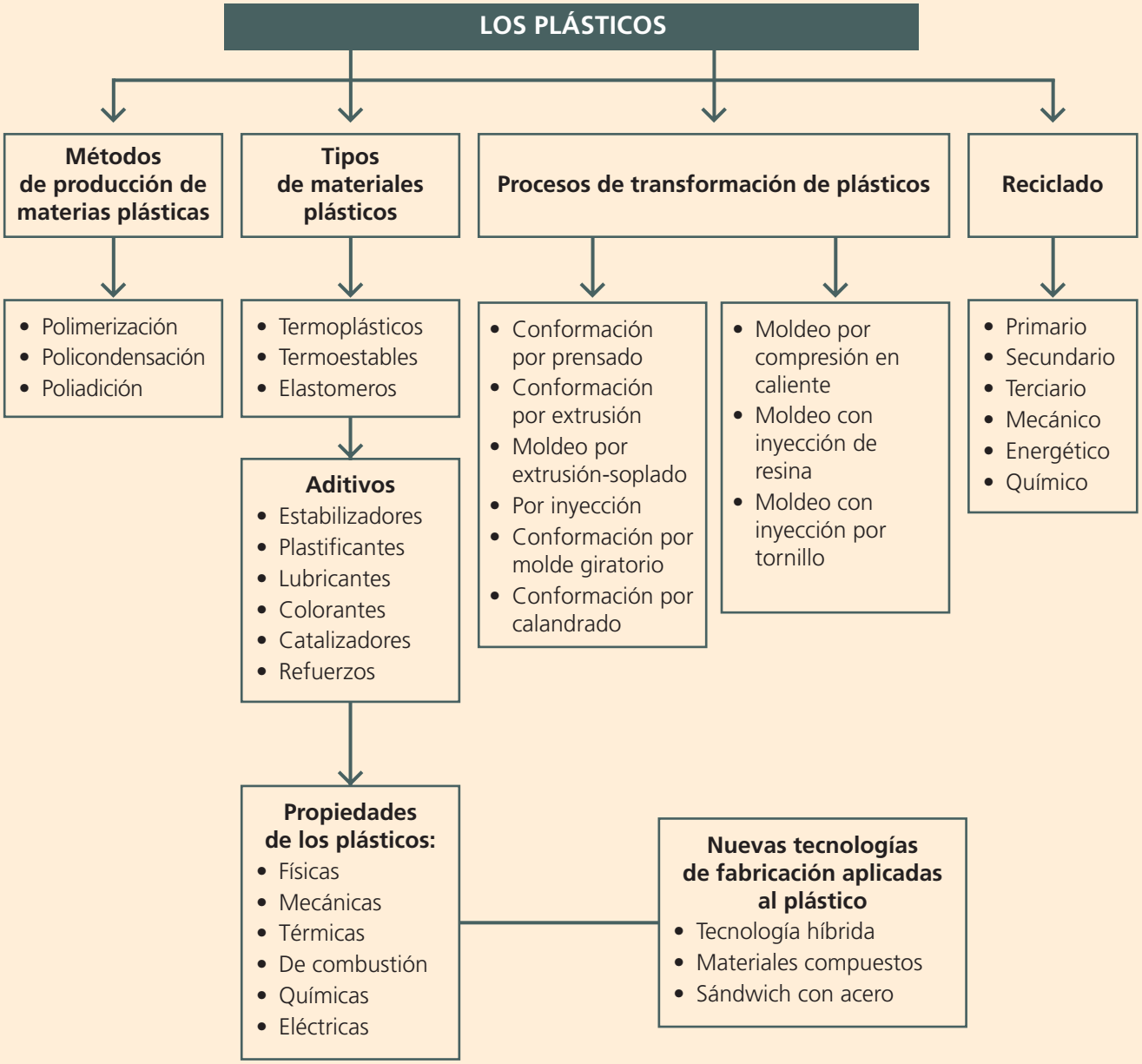
**7** ¿Cuál de las siguientes fibras no se utiliza en la fabricación de materiales compuestos?

a) La fibra de titanio.
b) La fibra de vidrio.
c) La fibra de carbono.
d) La fibra de Kevlar.

**8** ¿Cuál es el proceso de reciclado en el que se aprovecha el poder calorífico de los plásticos?

a) El reciclado energético.
b) El reciclado primario.
c) El reciclado mecánico.
d) El reciclado químico.

# EN **RESUMEN**




# **AMPLÍA** CON...

- *Revista CESVIMAP.*
  - *Nuevos materiales empleaos en el automóvil*, nº 23.
  - El futuro ya esta aquí, nº 31.
  - *Residuos sólidos plásticos. Tratamiento y reciclado*. Alberto Muñoz Sánchez, 1980.

- www. plastivida.com
- www. plastunivers.com

→

# MUNDO DEL AUTOMÓVIL

La utilización de plásticos dentro y fuera del mismo es ya una necesidad.

Productos como poliuretanos, pinturas, revestimientos, elastómeros, fluoroproductos y, por supuesto, polímeros técnicos contribuyen al desarrollo de automóviles más eficientes y ligeros, con un valor económico añadido y más rentables. Los polímeros técnicos, por ejemplo, están ayudando mucho al desarrollo de nuevos modelos y nuevas funciones en los automóviles. Vemos en este artículo numerosas aplicaciones posibles de los plásticos.

## El automóvil se viste de gala

Los automóviles europeos en la actualidad contienen entre 130 y 140 kg de plástico. Los polímeros técnicos constituyen tan sólo un 15% de esta cantidad. La cantidad media de polímeros técnicos en los automóviles europeos es de 22 kg. Este mercado está creciendo más rápido que el mercado general de plásticos. La estrategia de DuPont, por ejemplo, se basa en la identificación de las necesidades del mercado y en ofrecer soluciones que satisfagan dichas necesidades. El objetivo de muchos suministradores de materiales es crear nuevas oportunidades de mercado para los polímeros técnicos mediante la «sustitución inteligente» del metal, la goma y los plásticos endurecidos. Si la cantidad media de polímeros técnicos en los automóviles europeos es de hasta 30 kg, no se debe olvidar que hay entre 40 y 50 kg de elastómeros y más de 1.000 kg de metal por vehículo. Por tanto, no es de extrañar que en la sustitución de dichos materiales veamos una vía de crecimiento rápido.

Los productores de plásticos saben que el desarrollo de nuevos productos sólo tiene valor si estos se adaptan a las necesidades de la industria y de los clientes, en tanto que ofrezcan soluciones a dichas necesidades. Es muy común, por lo tanto, la colaboración con la propia industria de la automoción, puesto que se ponen en común conocimientos para su aplicación en áreas altamente especializadas, entre las que se incluyen los segmentos de tren motor, exterior o carrocería, interior, chasis, gestión térmica, eléctrica y electrónica. Un buen ejemplo lo constituye el panel de PC del Sportcoupé de la Clase de Mercedes Benz. No pocos conductores han chocado contra un obstáculo situado en el suelo cuando conducían marcha atrás porque no lo habían visto. A los usuarios del citado modelo de Mercedes no les sucederá esto gracias al panelado transparente con el PC Makrolon de Bayer. Se ubica encima de la arqueta que cobija la matrícula y amplía el campo de visión hacia atrás. Completa la luna trasera propiamente dicha, y se extiende casi a todo lo ancho del portón trasero. El panel era de gran extensión y geometría compleja y no podía realizarse en vidrio, por lo que se recurrió al policarbonato.

En otro orden de cosas, la buena gestión del ciclo de vida útil se basa en el seguimiento de las aplicaciones durante toda la curva del ciclo de vida. Gracias a la gestión de las aplicaciones durante todos sus ciclos de vida, desde una primera fase embrionaria pasando por su aparición en el mercado y su perfeccionamiento, hasta su sustitución inicial y su declive, se genera valor para los clientes a través de las innovaciones que se adaptan a las nuevas tendencias y normas de la industria, y se generan los beneficios en la productividad que mejoran los materiales y aumentan el rendimiento del procesamiento.

*Plásticos universales*
Febrero de 2002

# Plásticos en la industria automotriz

Los fabricantes de automóviles apuestan por el material plástico como componente estructural de numerosas piezas del vehículo, pues ofrece numerosas ventajas respecto a otros materiales como el aluminio y el acero.

El «Equipo de tareas europeo para el automóvil del mañana» tiene un objetivo preciso: la propulsión. Diseñar y producir vehículos con bajas emisiones a la atmósfera, pero que al mismo tiempo sean seguros, competitivos, energéticamente eficientes e «inteligentes», cumpliendo de forma realista con las normas ambientales.

El segundo objetivo es desarrollar tecnologías asociadas entre electrónica y materiales livianos, dos áreas donde los plásticos contribuyen significativamente.

Comparados con los mercados tradicionales, como los del acero y el aluminio, los plásticos son materiales más recientes y proveen un rango ilimitado de posibilidades, debido a que hay un extenso abanico de polímeros en constante ampliación a través del desarrollo de productos y de la innovación tecnológica.

Así se explica el permanente incremento en la demanda mundial de plásticos. En la actualidad se estima que hay un promedio de, aproximadamente, 1.000 piezas de plástico de todo tamaño en un automóvil.

## Consumo de petróleo

La industria petroquímica utiliza sólo el 7% del total del petróleo que se extrae, que incluye el 4% que se destina a la producción de plásticos.

En Europa, los plásticos que se utilizan actualmente en un automóvil (aproximadamente 110 kg), representan sólo el 0,3% del consumo de petróleo. Se estima que 100 kg de plásticos en un auto moderno han reemplazado entre 200 y 300 kg de materiales convencionales, reduciendo el consumo de combustible en 750 l durante una vida útil de 150.000 km. También se ha calculado que en total en Europa Occidental esto haría reducir el consumo de combustible en 12 millones de toneladas anuales, lo que a su vez reduce el $CO_2$ en 30 millones de toneladas por año. Además, los plásticos ofrecen ventajas tales como absorción de impacto en los parachoques y supresión de riesgo de explosiones en los tanques de combustible.

## Valoración de los residuos plásticos de un automóvil

Si bien es posible reciclar mecánicamente todos los plásticos usados en un automóvil, la industria está trabajando en desarrollar y complementar las distintas alternativas de valoración de residuos plásticos, debido a la enorme variedad de resinas y tamaños diferentes presentes en las distintas partes de un automóvil. Se trata de utilizar no sólo el reciclado mecánico sino también la recuperación energética y el reciclado químico. La recuperación energética es posible gracias al excelente valor calórico de los plásticos, lo que los convierte en combustible valioso para generar electricidad y calor, ahorrando así combustibles fósiles al utilizar residuos que primero tuvieron una vida útil, cerrando de este modo el ciclo.

www.plastivida.com.ar
*Revista ecoplast*

# 9

# Reparación de plásticos

## para empezar...

Existe una gran variedad de plásticos utilizados normalmente en la industria y, cómo no, en el mundo del automóvil. Identificar el tipo de material con el que se va a trabajar resulta esencial, ya que de él dependerá la temperatura máxima de secado y soldadura, los disolventes compatibles con dicho material y el proceso de reparación y pintado a seguir.

## ... vamos a conocer


**1.** Identificación de plásticos

**2.** Reparación de plásticos

PARA **PRACTICAR**

Reparación de un parachoques mediante adhesivos


## qué sabes de...

**1.** ¿Cómo se puede identificar un plástico?

**2.** ¿Qué métodos existen de reparación de plásticos?

**3.** ¿Qué son los adhesivos?

**4.** ¿Para qué sirven los refuerzos en la reparación de plásticos?

**5.** ¿Qué es la soldadura química?

## y al finalizar...

- Conocerás los métodos de identificación de plásticos.
- Conocerás los sistemas de reparación de plásticos.
- Identificarás los tipos de adhesivos y cargas de refuerzo.

→

# 1. Identificación de plásticos

El primer paso que se debe llevar a cabo para la reparación de una pieza de plástico es la identificación del material que la constituye con objeto de conocer su naturaleza. De este modo se averiguará si se trata de un termoplástico o de un termoestable. Cuando se procede a identificar el material de un plástico, pueden darse tres situaciones:

- Que venga previamente marcado en la pieza, es decir, que aparezca la identificación del plástico o la identificación del **código de marcado**.
- Que deba ser identificado siguiendo un **método apropiado** como puede ser el de examinar sus características durante la **combustión**.
- Que sea necesario identificar el plástico por medio de la documentación del vehículo en forma de **microfichas**.

**Polímeros:** son macromoléculas en cadenas de grandes moléculas orgánicas unidas químicamente.

**Copolímeros:** aleaciones de varios polímeros; con ello se intenta obtener un material final con unas propiedades determinadas.

↑ **Figura 9.1.** Identificación por código.

## 1.1. Identificación mediante simbología y marcado de la pieza

Para hacer posible el reciclado, la mayoría de los fabricantes de automóviles deben colocar en algún lugar visible del plástico la simbología o código que lo describe (figura 9.1).

Esta nomenclatura suele venir acotada por los símbolos > y <. Las normas UNE 53-277-92 y la DIN 54840 recogen la simbología empleada para la identificación de plásticos.

Esta simbología recoge los siguientes parámetros o informaciones:

- Polímeros de base del material.
- Variantes del material base.
- Carga de refuerzo utilizada.
- Porcentaje de la carga de refuerzo.

Los símbolos correspondientes al material base que nos podemos encontrar con más frecuencia en un automóvil se recogen en la siguiente tabla.

| POLÍMEROS | |
|---|---|
| **SÍMBOLO** | **MATERIAL** |
| **PP** | Polipropileno |
| **PC** | Policarbonato |
| **PBTP** | Politereftalato de butileno |
| **PUR** | Poliuretano |
| **PE** | Polietileno |
| **PBT** | Politereftalato de butilo |
| **PPO** | Polióxido de fenileno |
| **PVC** | Policloruro de vinilo |
| **PA** | Poliamida |
| **EP** | Epoxy (Epóxido) |
| **UP** | Poliéster insaturado |
| **PMMA** | Polimetacrilato de metilo |

| COPOLÍMEROS | |
|---|---|
| **SÍMBOLO** | **MATERIAL** |
| **ABS** | Acrilonitrilo/Butadieno/Estireno |
| **SAN** | Estireno/Acrilonitrilo |
| **EPDM** | Etileno/Propileno/Dieno |

| MEZCLAS DE POLÍMEROS | |
|---|---|
| **SÍMBOLO** | **MATERIAL** |
| **PC + ABS** | Policarbonato + Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno |
| **PBT + PP** | Politereflalato de butilo + Policarbonato |
| **EPDM + PP** | Etileno-Propileno-Dieno-Monómero + Polipropileno |
| **PPE + PA** | Poliéster de fenileno + Poliamida |

También existen siglas que se añadirán al código de identificación para diferenciar **variantes o modificaciones** del material base de algunos polímeros.

Asimismo, existen materiales que van reforzados, y los símbolos para las cargas de refuerzo y su estructura se indican mediante letras separadas por un guión del polímero base. La primera letra indica el material de la carga de refuerzo y la segunda, su estructura. La cantidad de refuerzo va especificada en forma de porcentaje.

| SÍMBOLO | MATERIAL |
|---|---|
| **B** | Boro |
| **C** | Carbón |
| **E** | Arcilla |
| **G** | Vidrio |
| **K** | Carbonato cálcico |
| **L** | Celulosa |
| **M** | Mineral / Metal |
| **P** | Mica |
| **Q** | Sílice |
| **R** | Aramida |
| **S** | Sintético/Orgánico |
| **T** | Talco |
| **W** | Madera |
| **X** | Sin especificar |
| **Z** | Otros |

| SÍMBOLO | FORMA/ESTRUCTURA |
|---|---|
| **B** | Perlas, esferas, bolas |
| **C** | Trozos |
| **D** | Polvo |
| **F** | Fibra |
| **G** | Material molido |
| **H** | Fibra corta |
| **L** | Capa |
| **M** | Fieltro |
| **N** | No tejido (tela) |
| **P** | Papel |
| **R** | Bobinado |
| **S** | Laminilla |
| **T** | Cordón |
| **V** | Chapa |
| **W** | Tejido |
| **X** | Sin especificar |
| **Y** | Hilo |
| **Z** | Otros |

| SÍMBOLO | MATERIAL |
|---|---|
| **C** | Clorado |
| **D** | Densidad |
| **F** | Flexible |
| **H** | Alto |
| **I** | Impacto |
| **L** | Bajo |
| **L** | Lineal |
| **M** | Medio |
| **P** | Plastificado |
| **U** | No plastificado |
| **W** | Peso |

Por otra parte, la identificación de **materiales termoestables** se decide atendiendo a las siglas que hacen referencia a la **presentación y sistema de transformación y elaboración**. Las principales siglas que existen en piezas plásticas de un vehículo son las siguientes:

- **SMC** (*Sheet Moulding Compound*), compuesto moldeable en láminas.
- **BMC** (*Bulk Moulding Compound*), compuesto moldeable a granel.
- **DMC** (*Dough Moulding Compound*), compuesto moldeable en argamasa.
- **ZMC**, materia a moldear-prensa-molde-línea de acabado que reúne a un conjunto de tecnologías-productos altamente automatizados.

Otras siglas que se pueden encontrar en las piezas de la carrocería son principalmente las que pertenecen a poliuretanos (PUR), y están fabricados **por métodos de inyección**. Se conocen con las siglas siguientes:

- **RIM** (*Resin Inyection Molding*), moldeo por inyección de resina.
- **R-RIM** (*Reinforced RIM*), RIM reforzado.
- **S-RIM** (*Structural RIM*), RIM estructural.

→

## 1.2. Identificación de los plásticos sin símbolos de marcaje

En las piezas que no presentan códigos de identificación necesitamos determinar su naturaleza, principalmente si es termoplástico o termoestable.

### Identificación de termoplásticos

Son los que tienen la estructura flexible, en mayor o menor grado dependiendo del tipo. Las pruebas características que se realizan para identificarlos son:

- Si los flexionamos en exceso se deformarán y se marcará una línea en la zona de un color más claro (figura 9.2).
- Al calentarlos se deforman y ablandan, llegando con facilidad a fluir.
- Este tipo de plásticos son los **reparables mediante el método de soldadura**.

**Termoplásticos:** estos plásticos se comportan de forma reversible a la temperatura, son soldables y se pueden conformar y deformar con calor tantas veces como se precise, aunque también se pueden reparar por medio de adhesivo.

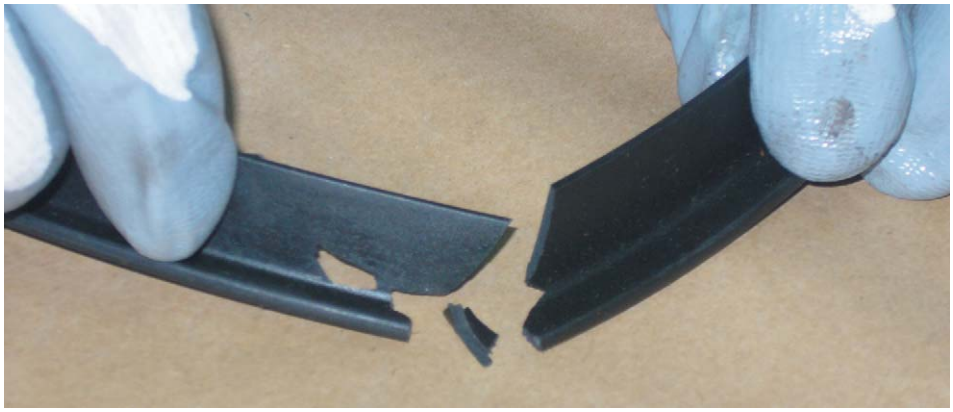
↑ **Figura 9.2.** Ejemplo de flexión sobre un termoplástico.

### Identificación de termoestables

Este tipo de plásticos presenta una estructura rígida y dura. Sus pruebas características son:

- Si los flexionamos en exceso no se deforman sino que se parten (figura 9.3).
- Al calentarlos no podemos darles forma, ni se ablandan, no aparece con facilidad llama ni fluyen: por el contrario, se carbonizan y se deshacen, perdiendo sus propiedades.
- Estos **plásticos no son soldables**. Con ellos se utilizan métodos de **reparación con adhesivos químicos.**

**Termoestables:** un calentamiento excesivo de estos plásticos provoca su descomposición sin alterar su forma; no se pueden soldar ya que se carbonizan, y se reparan mediante adhesivos.



↑ **Figura 9.3.** Ejemplo de flexión sobre un termoestable.

### Identificación mediante combustión o ensayo organoléptico de pirólisis controlada

Una vez determinado si el material es termoplástico o termoestable, se realiza **el ensayo organoléptico,** que consiste en someter una pequeña cantidad de plástico extraída previamente de una zona no vista de la pieza (figura 9.4) a la acción de una llama. Con ello se trata de observar el color de la llama, el color y el tipo del humo, el olor y otras características propias de la **combustión** del material.

Se debe tener precaución al llevar a cabo este tipo de identificación puesto que, al combustionarse algunos materiales, pueden emitir gases tóxicos y manifestar reacciones peligrosas.

No obstante, los resultados del proceso de combustión son orientativos ya que los aditivos que pueden contener los materiales plásticos son capaces de llegar a modificar algunas de sus características y así variar el comportamiento durante el ensayo.

En la siguiente tabla se muestran algunos de los comportamientos que sufren los materiales plásticos del automóvil durante su combustión.

↑ **Figura 9.4.** Extraer muestra para combustionar.

| TERMOPLÁSTICOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Arde** | **Color de inicio de la llama** | **Color de la llama en combustión** | **Olor del residuo al apagarse** | **Temperatura de soldadura (°C)** |
| **ABS** | Bien | Amarillo pálido | Amarillo anaranjado | Dulzón y goma | 300 - 350 |
| **EPDM** | Bien | Azul | Amarillo y azul | Cera y goma | 275 - 300 |
| **PA** | Mal | Azul | Amarillo claro y azul | Agrio | 350 - 400 |
| **PC** | Mal | Amarillo pálido | Amarillo oscuro | Agridulce | 300 - 350 |
| **PBTP** | Bien | Amarillo pálido | Amarillo grisáceo | Carburo | 300 - 350 |
| **PE** | Mal | Azul claro | Amarillo claro y azul | Cera | 275 - 300 |
| **PP** | Bien | Azul claro | Amarillo claro | Cera y aceite | 275 - 300 |
| **PPO** | Bien | Azul fuerte y amarillo | Amarillo claro y azul | Ropa quemada | 350 - 400 |
| **PVC** | Mal | Amarillo y azulado | Amarillo y azul | Cable quemado | 265 - 300 |
| **TERMOESTABLES** | | | | | |
| **EP** | Bien | Amarillo y azul | Amarillo | Carne quemada | |
| **PUR** | Bien | Amarillo anaranjado | Amarillo anaranjado | Fuerte irritación | |

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Detalla las características de los siguientes plásticos:

>PA 6-GF 35<  >PP-TD 30<

**Solución:**

| >PA 6-GF 35< | >PP-TD 30< |
|---|---|
| • Material base: PA, poliamida.<br>• Variante: 6 es el número de carbonos que forman la molécula base.<br>• Carga de refuerzo: G, es vidrio.<br>• Estructura carga de refuerzo: F, se presenta en forma de fibras.<br>• Porcentaje carga de refuerzo: 35%. | • Material base: PP, polipropileno.<br>• Carga de refuerzo: T, talco.<br>• Estructura de carga de refuerzo: D, Polvo.<br>• Porcentaje de la carga de refuerzo: 30%. |

→

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

**Indica los pasos que se deberían seguir durante la identificación de los plásticos mediante el proceso de pirólisis.**

**Solución:**

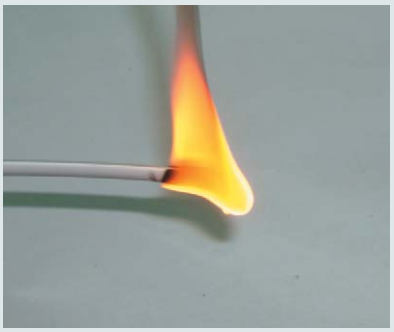
1. Se comprueba si existe la marca del plástico de fabricación de la pieza.
2. Si no existiera la marca, se realiza el ensayo de pirólisis. Se prepara el equipo: encendedor, cutter y tabla de características de combustión.
3. Se extrae con el cutter una muestra pequeña del plástico de una zona no vista.
4. Se prende fuego al extremo de la muestra, y se observan las características de la combustión (figura 9.5).
5. Se identifica el color de la llama (figura 9.6).
6. Se observa el color del extremo en combustión, el cambio de color, la transparencia, etc. (figura 9.7).

↑ **Figura 9.5.** Combustión de la muestra.

↑ **Figura 9.6.** Color de la llama.

↑ **Figura 9.7.** Color extremo de la combustión.

7. Se observa el comportamiento de la llama, si sigue o no sigue ardiendo la muestra al retirarla de la llama, etc. (figura 9.8).
8. Se apaga la llama y se observa el humo generado: la cantidad, el color y el olor (figura 9.9).
9. Se observa el extremo fundido, prestando especial atención a si este se carboniza, gotea, se forman hilos o aparecen burbujas (figura 9.10).



↑ **Figura 9.8.** Comportamiento de la llama.

↑ **Figura 9.9.** Tipo de humo.

↑ **Figura 9.10.** Estado del extremo.

10. Para finalizar, se identifican las características de la combustión del plástico en la tabla (y del posible polímero del que se trate).

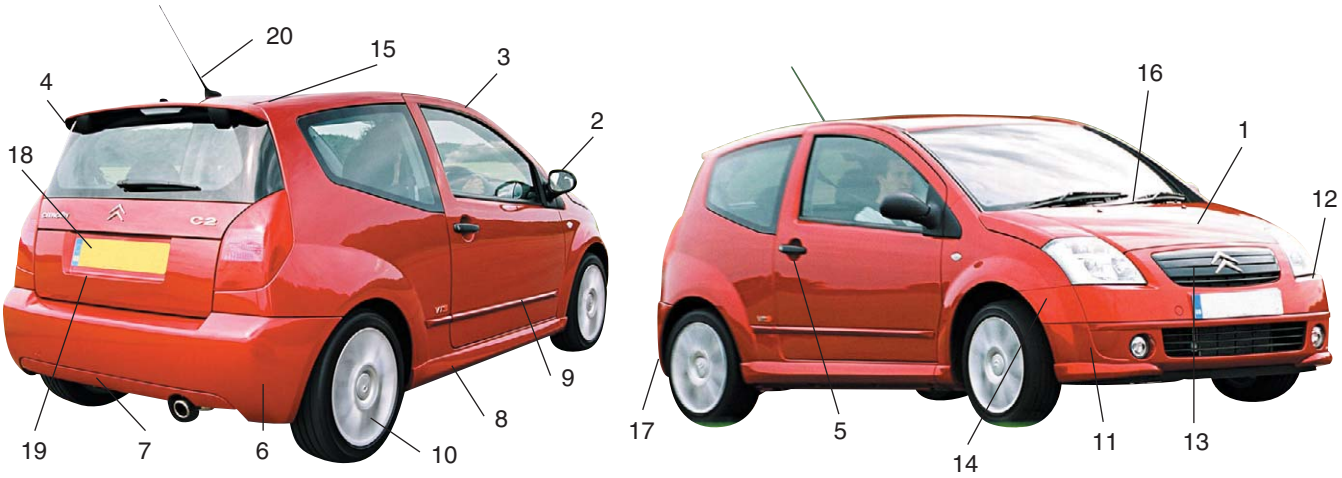
## 1.3. Identificación por medio de microfichas

Es un método que ayuda, en gran medida, a identificar los materiales plásticos constitutivos de un vehículo. En él se utilizan las microfichas que indican el tipo de plástico de cada pieza (figura 9.11) y el método de reparación más apropiado que se debe llevar a cabo.

En las microfichas de los plásticos están clasificadas las piezas de plástico de la siguiente forma:

- Constructor.
- Modelo.
- Accesorio original.
- Código.
- Tipo de plástico.
- Sistema de reparación y/o pintado.

Estas microfichas suelen ser proporcionadas por los fabricantes de pinturas; en ellas aparecen, por orden alfabético, todos los constructores de vehículos y sus respectivos datos en lo relativo a plásticos.




1. Capó delantero
2. Retrovisor
3. Marco de puerta
4. *Spoiler* trasero
5. Manecilla
6. Parachoques trasero
7. Bajo *spoiler*
8. Talonera
9. Protector lateral
10. Ruedas (tapacubos)
11. Parachoques delantero
12. Contorno de faro
13. Rejilla del radiador
14. Aleta
15. Techo
16. Canal de agua delantero
17. Guardarruedas
18. Sobre matrícula
19. Portón trasero
20. Antena

↑ **Figura 9.11.** Componentes plásticos exteriores de un vehículo.

→

# 2. Reparación de plásticos

La práctica totalidad de los plásticos **son reparables**, aunque existen algunos que no tienen esta característica. No obstante, es necesario seguir una metodología de trabajo en función de las necesidades de la reparación y del tipo de plástico a reparar.

Para determinar en qué ocasiones se debe sustituir una pieza de plástico dañada o cuándo se debe reparar, han de tenerse en cuenta los siguientes criterios:

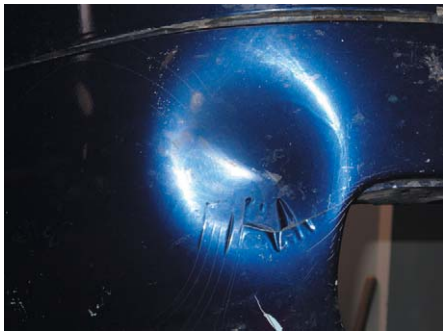
- El **método de reparación** a utilizar. Este puede ser principalmente por soldadura, adhesión o métodos químicos.
- El **tipo de plástico** (termoplástico, termoestable o elastómero).
- La **accesibilidad** de la pieza. La reparación de una pieza de plástico puede resultar más económica que su sustitución, si esta implica realizar un número excesivo de desmontajes.
- El **tipo de pieza y la localización** del daño. Se debe considerar la magnitud de las presiones a las que estará sometida la pieza en la zona a reparar.
- El **tipo y magnitud** del daño. En función de estos se elegirá el método de reparación o se optará por la sustitución de la pieza.

En cuanto a los tipos de daños, los podemos encontrar de tres formas fundamentalmente:

- **Rayas y arañazos** (figura 9.12). Este daño consiste en la pérdida de material superficial muy leve, de como máximo, 1 mm de profundidad. Su reparación se realiza mediante adhesivo y se trata de reparaciones completamente estéticas.
- **Grietas o fisuras** (figura 9.13). Consisten en roturas del material de, como máximo 5 cm de largo, y se reparan mediante soldadura (termoplásticos) o por medio de adhesivos, con material de refuerzo.
- **Deformaciones** (figura 9.14). Son modificaciones que sufre la pieza respecto a su geometría original sin que se haya producido rotura. El proceso de reparación se basa en la aplicación de presión y calor hasta recuperar la forma original.

↑ **Figura 9.12.** Ejemplo de arañazo.

↑ **Figura 9.13.** Ejemplo de grieta.



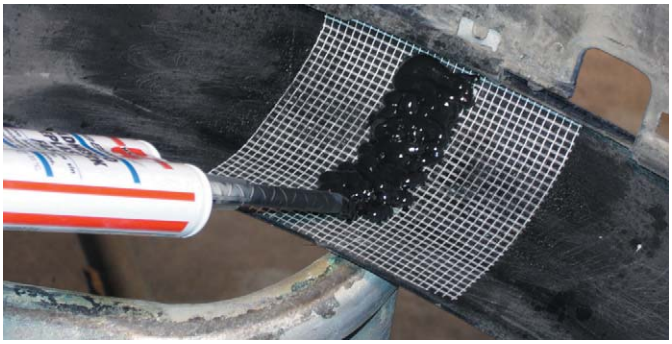
↑ **Figura 9.14.** Ejemplo de deformación.

Existen diferentes métodos para llevar a cabo la reparación de una pieza de plástico dañada. La elección del método adecuado dependerá tanto del tipo de plástico como del tipo de daño. Los sistemas de reparación de plásticos son:

- **Por conformación**.
- **Por soldadura**. Se usa exclusivamente en materiales termoplásticos en los que se produce aportación de un plástico del mismo material (figura 9.15).
- Mediante **adhesivos** o métodos químicos (figura 9.16).

Las dos primeras técnicas de reparación son las más utilizadas ya que son fáciles y rápidas de realizar tanto en piezas pequeñas como de gran tamaño.

↑ **Figura 9.15.** Ejemplo de reparación por soldadura.



↑ **Figura 9.16.** Ejemplo de reparación mediante adhesivos.

## 2.1. Proceso de reparación de plásticos mediante conformación

Cuando una pieza plástica ha sido sometida a una solicitación externa sufrirá una serie de daños cuyo tipo y extensión dependerá de la solicitación y del material de la pieza. Si la magnitud de la solicitación ha sido tal que la pieza presenta una deformación permanente pero sin llegar a producirse una fisura o grieta, la reparación se podrá realizar mediante un simple **reconformado**.

↑ **Figura 9.17.** Soplador de aire caliente.

El tratamiento de conformación consiste básicamente en devolver la forma y configuración original teniendo en cuenta el calor y la presión:

- **Aplicación de calor**. Para ello se empleará un soplador de aire caliente (figura 9.17) regulado a una temperatura aproximada de 150 a 250 °C, según el tipo de material. Para realizar una buena conformación la pieza debe presentar un estado muy próximo al pastoso y ser fácilmente maleable.
- **Aplicación de presión**. Debido a que los materiales calentados no pueden fluir por sí solos, se ejercerá una presión en sentido opuesto al que produjo la deformación hasta que la pieza recobre la forma original.

El proceso de conformación con aporte de calor y presión consta de los siguientes pasos:

1. Aplicación de calor por medio de un **soplete de aire caliente con regulación de temperatura** (de 50 a 650 °C) hasta que la superficie adquiera brillo.
2. Aplicación de **presión** en sentido contrario a la deformación con la ayuda de un útil apropiado (tas, botador, etc.) mientras se mantiene el calentamiento.
3. Eliminación de deformaciones puntuales. Se aplicarán de forma simultánea los efectos de calor y presión, seguidos de un enfriamiento rápido de la zona dañada.
4. **Lijado superficial**. Con él se detectarán pequeñas deformaciones que no son apreciables mediante el tacto y la vista.
5. **Aplicación de acabado**. Después del lijado se aplicará una resina bicomponente (resina epoxi) compatible con el material de la pieza, con el objeto de eliminar las imperfecciones residuales. Su lijado posterior dará por finalizado el proceso de conformación.

En la mayoría de las ocasiones, este proceso de reparación por conformación es un paso previo a la reparación en sí según el método de soldadura que a continuación se va desarrollar.

→

## 2.2. Proceso de reparación mediante soldadura

Consiste en la unión del plástico mediante la aplicación de calor **con o sin aporte de material**. Este es el método más utilizado en la **reparación de termoplásticos con roturas**, ya que ofrece muy buenos resultados y son los únicos plásticos moldeables por temperatura. A continuación se muestran las ventajas e inconvenientes más destacables de este sistema de reparación:

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|---|---|
| • Se puede reparar sin desmontar la pieza<br>• Son reparaciones rápidas y de alta resistencia | • Se utiliza en termoplásticos<br>• Dificultad de reparación en plásticos reciclados (hay que reparar el 100% de los plásticos)<br>• No es recomendable para grandes daños<br>• Requiere personal cualificado |

A la hora de realizar la soldadura hay que tener presentes dos aspectos importantes: **la temperatura y la presión**.

- La **temperatura** produce el estado pastoso del material, y motiva la unión de las moléculas. Hay que tener en cuenta que la temperatura de soldadura o fusión difiere de unos materiales a otros, admitiendo variaciones muy estrechas que pueden producir daños irreparables por exceso de temperatura, y uniones mal realizadas por utilizar temperaturas inferiores a las idóneas.

| TEMPERATURAS DE SOLDADURA DE ALGUNOS TERMOPLÁSTICOS (°C) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ABS | ABS + PC | PA | PE (HDPE) | PE (LDPE) | PC | PUR | PP |
| 350 | 350 | 400 | 300 | 270 | 350 | 300 | 300 |

- La **presión** del plástico, una vez que está en estado pastoso, produce la unión de las moléculas del material que se pretende soldar.

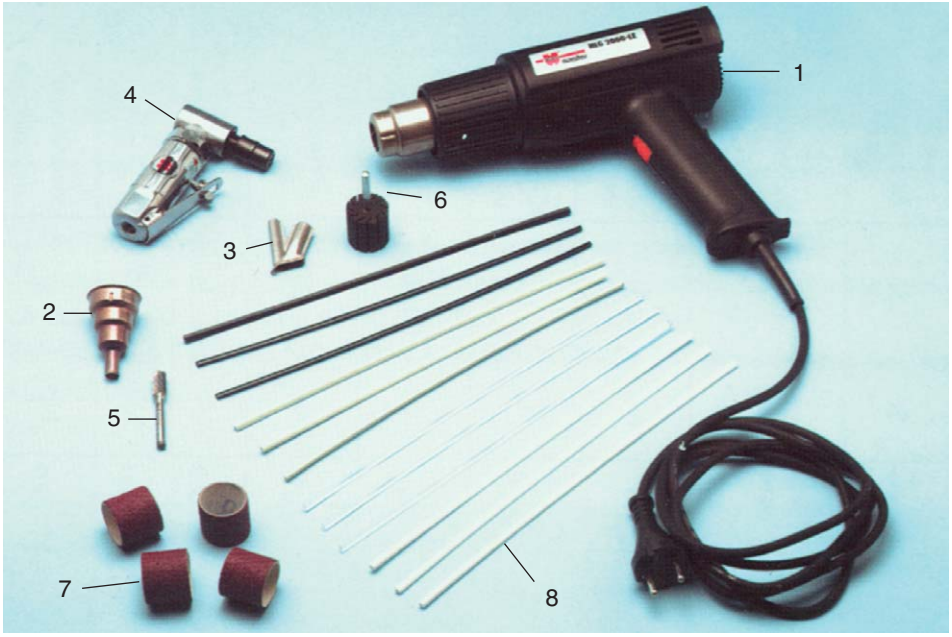
Los plásticos soldables en los automóviles se pueden encontrar en la siguientes partes:

- **En el área del motor,** en la cubierta de la tapa de los cilindros, pequeños depósitos, el colector de admisión de aire, intercambiadores de calor y filtros de aire.
- **En el tablero de instrumentos,** en las salidas de la ventilación, las carcasas de instrumentos, la tapa de la guantera, los canales de aire y los boxes de altavoces.
- **En el interior,** en los revestimientos de puertas, los apoyacabezas, la consola central, los tapizados, los parasoles, así como las perillas y palancas.
- **En las piezas de la carrocería o elementos constructivos**, en el depósito de combustible, la tapa del maletero, las luces traseras, las tapas de las ruedas, los paragolpes y la parrilla.

### Procedimiento detallado de reparación mediante soldadura

1. **Preparación** del equipo necesario (figura 9.18). De todo este equipamiento destacaremos los siguientes elementos:
   - Ventilador electrónico de aire caliente. Diseñado especialmente para trabajos de reparación de plásticos. Dispone de un regulador de temperatura, y su caudal de aire varía desde los 300 l/min en frío hasta los 500 l/min en caliente. Al ventilador se le pueden acoplar diferentes tipos de toberas dependiendo de la tarea a realizar.

- Material de aportación. La varilla que se necesita debe ser del mismo material que la de la pieza a soldar, y de forma triangular para adaptarse mejor a la ranura practicada en la fisura.




1. Pistola de calor
2. Boquilla reductora de 9 mm
3. Boquilla para soldadura rápida
4. Fresadora neumática acodada
5. Fresa metálica cilíndrica
6. Portacintas abrasivas
7. Cinta abrasiva
8. Varillas triangulares

↑ **Figura 9.18.** Equipamiento necesario para la reparación de grietas o fisuras por soldadura.

2. **Preparación de la zona dañada**. Antes de proceder a la soldadura se aplica, si es necesario, aire caliente para ablandar el plástico y devolver a la pieza la forma original. A continuación, la pieza se lava con agua y jabón para eliminar los restos de suciedad.
3. **Delimitación de la rotura**. Se hace un taladro de 3 mm aproximadamente en los extremos de la grieta para eliminar tensiones y evitar así el avance de la misma.
4. **Achaflanado del material base**. Realizaremos el chaflán en forma de V de 90° a todo lo largo de la grieta. Para ello se empieza unos 10 mm antes y se aumenta la profundidad progresivamente hasta llegar al principio de la grieta, donde permanecerá constante hasta el final de esta, acabando de forma progresiva. La profundidad debe ser de dos tercios del grosor de la pieza a tratar. La anchura de la ranura no será superior a 5 mm, para que coincida con el perfil de la varilla de soldar. Se recomienda utilizar gafas de protección, mascarilla y guantes de cuero al realizar esta operación (figura 9.19).
5. **Matizado del plástico**. Se lija con una máquina rotorbital y disco de lija de P 120, a unos 15 mm de las zonas colindantes a la grieta para eliminar restos de pintura y matizar el plástico (figura 9.20).

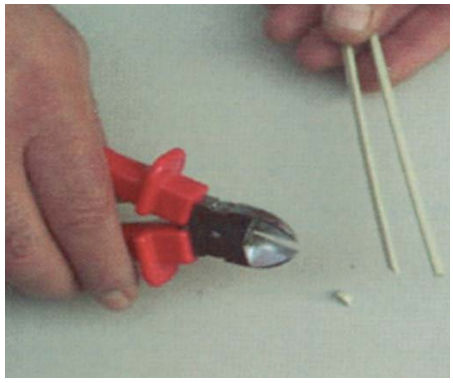
↑ **Figura 9.19.** Achaflanado del material base.

↑ **Figura 9.20.** Matizado del material base.

→

6. **Identificación del material base**. Mediante los métodos de identificación de plásticos se determina el tipo de plástico, ya que el material base de la pieza y la varilla a soldar deben ser iguales.
7. **Regulación de la temperatura de soldadura**. Se ajustan los controles de temperatura de la pistola de aire caliente según el tipo de plástico y la boquilla a utilizar (siguiendo la tabla de ajuste), y se aplica calor sobre la pieza para reducir las tensiones residuales producidas por el golpe.
8. **Soldadura superficial por puntos sin aportación de material**. Se lleva a cabo en el fondo de la fisura mediante una **boquilla de puntear** (forma de cuña) que se coloca en el soldador (figura 9.21). Será suficiente con ejercer una ligera presión por toda la ranura para que sus bordes queden unidos. A medida que la tobera es introducida a lo largo de la ranura, el aire caliente ablanda el plástico que está colocado debajo de su parte inferior, mientras que el extremo saliente está destinado a juntar el material reblandecido.
9. **Corte transversal de la varilla**. Con unos alicates de corte se corta de forma transversal (forma de punta de lapicero) la varilla de aportación para conseguir que el comienzo del cordón de soldadura sea progresivo en la ranura en V, sin zonas demasiado elevadas (figura 9.22).

↑ **Figura 9.21.** Soldadura por puntos.



↑ **Figura 9.22.** Corte de la varilla.

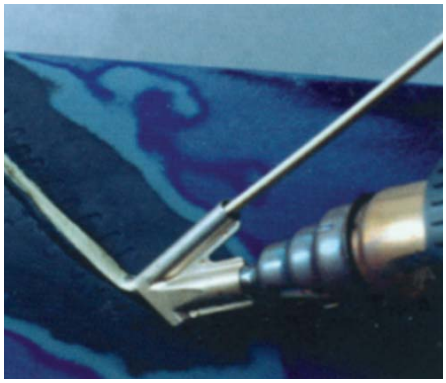
10. **Soldadura pendular**. Se lleva a cabo mediante la boquilla reductora de 9 mm adaptada a la pistola de aire. Para realizar el cordón principal es preciso empezar aplicando calor en la zona a soldar al mismo tiempo que en la varilla, hasta que veamos aparecer el brillo en ambas superficies. En la parte de mayor sección será hacia donde dirijamos el calor para conseguir equilibrar el punto de fusión de varilla y material. El calor hay que aplicarlo con moderación; los plásticos no tienen que fluir y mucho menos deformarse. Se flexiona la varilla ejerciendo una fuerza hacia abajo que permita hacer penetrar esta en la pieza a soldar, al mismo tiempo que se aplica calor **hacia la ranura en V y por detrás del perfil de la varilla**. Para conseguir que el punto de fusión de la pieza a soldar y de la varilla sea el mismo, se orienta el calor de forma oblicua con un ángulo que vendrá determinado por el grosor de la pieza (figura 9.23).
11. **Refuerzo de soldadura**. En reparaciones sometidas a grandes esfuerzos o flexiones, y para grietas que terminan en el canto de la pieza, se debe reforzar la soldadura haciendo **cordones de soldadura transversales**. Siempre que sea posible se efectuarán por la parte interior y no visible de la pieza. Si no fuese posible por la existencia de refuerzos que dificulten el acceso, es conveniente hacerlos por la parte exterior, aunque se amplíen los trabajos de acabado al aumentar las dimensiones del parche (figura 9.24).

En la página dedicada a los documentos técnicos de la web www.autocity.com se detallan varios métodos de reparación de plásticos.

12. **Soldadura rápida**. Este sistema se puede utilizar en zonas amplias y planas sin problemas de acceso y con un espesor de la pieza superior a 4 mm. Se acoplará a la pistola de aire caliente la boquilla reductora de 9 mm más la boquilla para soldadura rápida. Este método es análogo al anterior, con la ventaja de que la boquilla con entrada para la varilla nos facilita la aplicación del calor sobre todos los materiales al mismos tiempo, además de permitirnos oprimir la varilla contra el material base a soldar (figura 9.25). La varilla sobresaldrá unos 3 mm por la parte inferior de la tobera, y se mantendrá más allá del comienzo de la ranura en V para que el calor sea dirigido sobre el punto de comienzo de la soldadura.

↑ **Figura 9.23.** Aplicación del cordón principal. Soldadura de péndulo.

↑ **Figura 9.24.** Refuerzo de soldadura de forma transversal.



↑ **Figura 9.25.** Ejemplo de soldadura rápida. Existe presión de soldadura y aporte de calor.

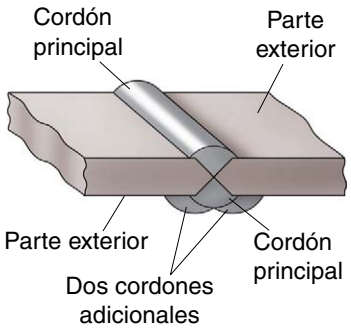
13. **Retirada del material sobrante**. Antes de empezar es importante dejar enfriar la zona soldada. Utilizando la fresadora y una cinta abrasiva flexible (figura 9.26), se retiran los 2 ó 3 mm de varilla sobrante hasta nivelar la superficie, y a continuación se lijan con una máquina rotorbital y una lija de un grano comprendido entre P 120 y P 180, dependiendo del tipo de plástico.

↑ **Figura 9.26.** Lijado de material sobrante.

↑ **Figura 9.27.** Ejemplo de lijado.

14. **Acabado**. Puede englobar las siguientes operaciones:
    - Limpieza de la superficie. Se puede aplicar limpiador de plásticos en spray y frotar con un paño limpio o con papel de limpieza.
    - Lijado suave o matizado de la zona con máquina rotorbital y un disco de lija de grano P 180.
    - Nuevo repaso con limpiador de plásticos para eliminar restos del proceso de lijado.

→




↑ **Figura 9.28.** Ejemplo de cordón de soldadura.

- Si se han detectado pequeñas irregularidades en la reparación, es conveniente pulverizar con un spray transmisor de adherencia para plásticos en capa fina y aplicar masilla de relleno.
- Una vez seca la zona enmasillada, se lijará con máquina rotorbital con grano P 150 y P 220 (figura 9.27).

## Defectos de soldadura

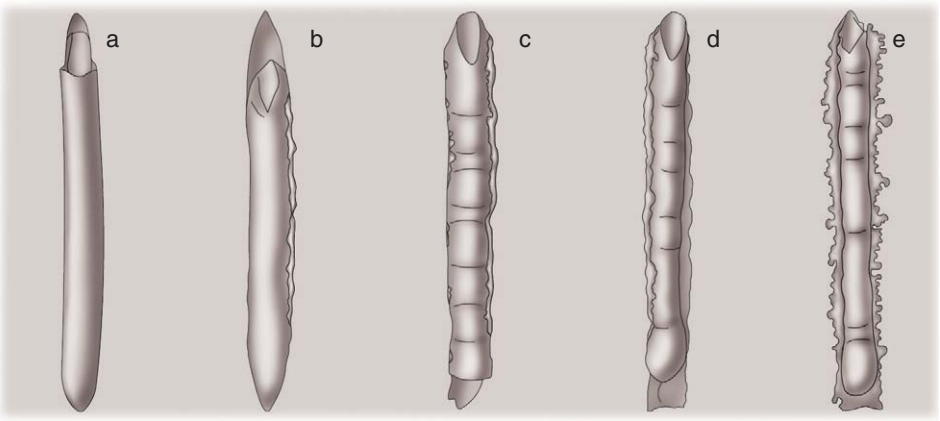
El dominio de la soldadura de plásticos es sencillo pero necesita un periodo de aprendizaje para dominar la técnica. Un cordón de soldadura correcto debe ser uniforme, regular y cubrir toda la ranura en V. Debe quedar resaltado 2 ó 3 mm sobre la superficie de la pieza soldada (figura 9.28).

| DEFECTO | MOTIVO |
|---|---|
| **Deficiente penetración de la varilla de aportación o mala unión entre esta y el material base** | • Mala preparación de la zona a soldar<br>• Velocidad demasiado alta en la soldadura (figura 9.29a)<br>• Baja temperatura de soldadura (figura 9.29b)<br>• Identificación incorrecta del plástico, soldadura entre plásticos diferentes |
| **Cordón de soldadura irregular** | • Técnica incorrecta; soldadura iniciada muy tarde y extremo de la varilla sin acabado en punta (figura 9.29c)<br>• Exceso de calor sobre la varilla<br>• Presión sobre la varilla en exceso (figura 9.29d) |
| **Soldadura quemada** | • Velocidad de soldadura baja<br>• Exceso de calor sobre el material base |
| **Deformación de las zonas colindantes** | • Temperatura de soldadura alta (figura 9.29e)<br>• Área sobrecalentada por orientar el calor demasiado tiempo hacia el mismo lugar<br>• Soldar cuando la pieza está sometida a tensiones o flexiones |

Además, se tendrá en cuenta que existe un grupo de termoplásticos que, debido a la rareza de su composición, es imposible de soldar por los siguiente motivos:

- Son plásticos reciclados con un porcentaje muy alto de impurezas.
- Contienen cargas de refuerzo superiores al 50%.
- Su material base es difícil de identificar.

Para la reparación de este tipo de plásticos se utilizará el sistema de reparación mediante **adhesivos**.




↑ **Figura 9.29.** Diferentes defectos producidos durante la soldadura de plásticos.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Investiga sobre los diámetros de las toberas más usadas en la reparación de plásticos en función del tipo de plástico y temperatura de soldadura, y organiza los datos en una tabla.

**Solución:**

| AJUSTE DEL POTENCIÓMETRO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Código del termoplástico | Temperatura de soldadura (°C) | Tobera de soldadura puntos | Tobera de soldadura pendular | Tobera de soldadura rápida 3 mm | Tobera de soldadura rápida 577 mm |
| ABS | 350 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,3 |
| ABS PC | 350 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,3 |
| PA | 400 | 5,1 | 5,1 | 5,3 | 5,6 |
| PBT | 350 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,3 |
| PC | 350 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,3 |
| PE duro | 300 | 3,8 | 3,8 | 4,2 | 4,5 |
| PE blando | 270 | 3,5 | 3,5 | 3,7 | 4,0 |
| PP | 300 | 3,8 | 3,8 | 4,2 | 4,5 |
| PP EPDM | 300 | 3,8 | 3,8 | 4,2 | 4,5 |
| PUR | 300/350 | 3,8/4,5 | 3,8/4,5 | 4,2/5,0 | 4,5/5,3 |
| PVC duro | 300 | 3,8 | 3,8 | 4,2 | 4,5 |
| PVC blando | 350 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,3 |
| XENOY PC | 350 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,3 |

Desarrolla el proceso de reparación mediante el sistema de soldadura en un termoplástico con rotura de material base.

**Solución:**

1. Preparación del equipamiento necesario. Pistola de calor, boquillas, fresadora neumática, cintas abrasivas, varillas triangulares, etc.
2. Limpieza previa de la zona deformada. Se elimina todo tipo de suciedad como grasa, barro, etc. con disolventes básicos que no ataquen al plástico.
3. Identificación del plástico. El objetivo es conocer el tipo de plástico a reparar para así determinar el material de aportación y la temperatura de soldadura adecuada para el soplete de aire caliente.
4. Preparación y acondicionamiento de superficies. Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones de tipo general:
   - Si la pieza sufre deformación, se procederá a calentar la zona dañada a la vez que se ejerce presión para recuperar la zonas hundidas.
   - Si tenemos una grieta o fisura, se taladrará en sus extremos con broca de 2 ó 3 mm de diámetro para evitar que la grieta se propague, y se eliminarán así tensiones residuales (figura 9.30).
   - Si la pieza, como por ejemplo un parachoques, está pintada, se tendrá que eliminar la pintura mediante lijado (figura 9.31).
   - Se debe limpiar y desengrasar de nuevo por medio de un disolvente compatible.
   - Entre los extremos de las fisuras hay que efectuar un bisel en forma de V a 90° por medio de una fresa fronto-lateral o rasqueta. Con esto, se consigue una buena penetración durante la soldadura (pendular o rápida) y aumentar la superficie de contacto entre la pieza y el material de aportación.

→

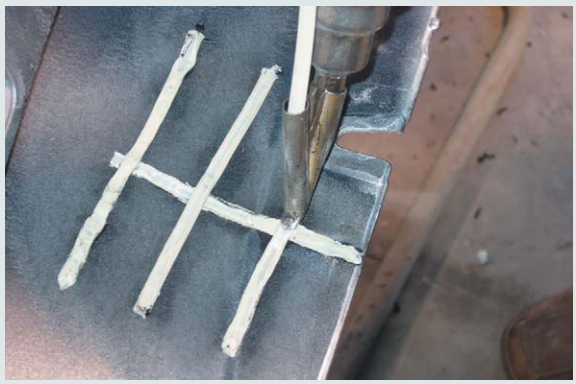
## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

↑ **Figura 9.30.** Taladrado de fisura.

↑ **Figura 9.31.** Lijado de pintura.

5. Ejecución de la soldadura:
   - Se realiza una soldadura **por puntos sin aportación de material** para mantener unidos y alineados los bordes de la fisura. Se utilizará un boquilla en forma de cuña con la que se ejercerá una ligera presión.
   - Se realiza un **corte oblicuo** sobre la varilla de aportación para producir un mejor asiento de la misma al iniciar la soldadura.
   - Una vez regulado el soplete de aire caliente, se calienta de forma simultánea la punta de la varilla de aportación y el extremo de la fisura por donde se vaya a iniciar la soldadura. Este calentamiento se efectúa en **forma de péndulo** para alcanzar el estado pastoso del plástico (figura 9.32). Se recomienda mantener una velocidad de soldadura adecuada para evitar así los **sobrecalentamientos** (velocidad baja) y las **distorsiones del material** (velocidad alta). La soldadura se da por terminada cuando el material de aportación rebosa a lo largo de toda la grieta.
6. Refuerzo de la zona preparada. En ciertas ocasiones se hará imprescindible la utilización de material de refuerzo en la reparación; esto dependerá del tipo de material a reparar, la magnitud del daño, el tipo y la zona de rotura. Generalmente, se realizan **cordones de soldadura transversales** (figura 9.33) por la cara interna de la pieza, o se inserta **malla metálica** (acero o aluminio) a presión una vez llevada la pieza a estado pastoso.

↑ **Figura 9.32.** Reparación por soldadura rápida.



↑ **Figura 9.33.** Cordones transversales.

7. Acabado final. Consiste en eliminar las rebabas generadas durante la operación de soldadura mediante lijado suave, y utilizando un grano P 80 a P 180. Si una vez efectuado el lijado persisten pequeñas irregularidades en la zona, se pueden eliminar mediante la aplicación de productos de acabado compatibles con el sustrato (masillas de relleno o resinas); posteriormente, se debe proceder al lijado. Con todo esto la pieza quedará lista para ser pintada.

## 2.3. Proceso de reparación mediante adhesivos

Existen determinados plásticos cuya reparación no es posible mediante soldadura, por lo que es necesario recurrir al empleo de **adhesivos (resinas, poliuretanos, etc) y cargas de refuerzo (fibra de vidrio, fibra de carbono, masillas, etc.)**. Esta técnica de reparación es muy versátil ya que se puede emplear **tanto en termoplásticos como en termoestables**, obteniéndose muy buenos resultados siempre que se sigan correctamente las indicaciones oportunas. Esta técnica de reparación consiste en la unión de los materiales mediante la aplicación de un adhesivo que se endurece una vez transcurrido el tiempo de secado. La **resistencia mecánica** conseguida en la unión es inferior a la obtenida mediante la reparación por soldadura. Existen equipamientos básicos de reparación de plásticos que ofrecen rapidez y sencillez (figura 9.34).

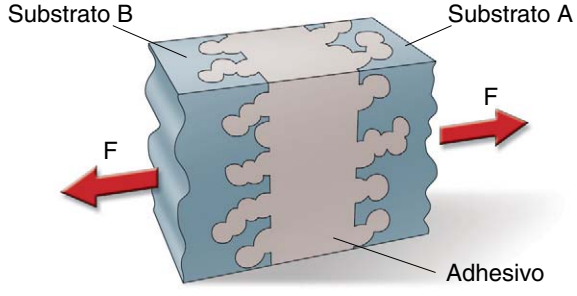
1. Limpiador de plásticos
2. Transmisor de adherencia
3. Aparejo flexible para plásticos
4. Adhesivo rápido
5. Adhesivo universal
6. Lámina de refuerzo
7. Lámina de contornear
8. Cánulas mezcladoras
9. Pistola de cartuchos dobles

↑ **Figura 9.34.** Equipamiento de reparación de plásticos mediante adhesivos.

### Los adhesivos

Los adhesivos son elementos que han pasado a formar parte importante de la construcción y reparación del automóvil. Por ello, es necesario conocer sus características con el objeto de poder seleccionar el más adecuado en cada aplicación y necesidad.

El adhesivo en su estado fluido, antes del curado, penetra en los poros y rugosidades de la superficie del material, donde los dos materiales (el adhesivo y el substrato) quedan entremezclados físicamente. Este proceso se denomina **interconexión mecánica de tipo puzzle** (figura 9.35).




↑ **Figura 9.35.** Interconexión mecánica de dos materiales.

→

↑ **Figura 9.36.** Pistola extrusora.

Los tipos de adhesivos más comunes dentro del taller de reparación son:

- **Resinas epoxi.** Según las cantidades en que se adicionan los constituyentes y las condiciones en que se efectúan las reacciones se obtienen **resinas sólidas, viscosas o líquidas**. Estas resinas pueden modificarse en función del uso previsto mediante la adición de **cargas o refuerzos de fibras.**

  Algunas de sus propiedades y características generales son:

  – Se presentan en forma bicomponente, resina y agente endurecedor. Las proporciones de cada componente vienen determinadas por el propio fabricante. Actualmente se aplican mediante una pistola extrusora de cartuchos dobles (figura 9.36).

  – No desprenden gases durante su endurecimiento.

  – En la propia resina puede ir incorporado el activador que es el encargado de producir las reacciones de polimerización.

  – El material no se contrae una vez terminado el proceso de endurecimiento, que depende del agente endurecedor a emplear.

  – Se emplean puras o diluidas con carga.

  – Se utilizan a temperatura ambiente.

  – Presentan buena resistencia mecánica y resistencia a los agentes químicos.

- **Resinas de poliéster.** Las resinas de poliéster constituyen una categoría de resinas sintéticas obtenidas por policondensación a partir de una gran variedad de materias primas. **Su robustez, su flexibilidad y su rigidez**, modificables por el añadido de refuerzos (fibras de vidrio o carbono), las convierten en materiales utilizados en particular en la construcción, la navegación (el 90% de cascos de barcos de recreo son construidos con resinas poliéster reforzadas), los transportes, etc. Son las más utilizadas para realizar los trabajos con fibra de vidrio debido a su facilidad de impregnación. El catalizador que acompaña a la resina será el encargado de producir el fraguado y secado de la misma, con tiempo variable dependiendo de la cantidad de catalizador usado y de la temperatura de secado.

  Las resinas de poliéster están formadas por tres componentes líquidos e independientes: resina, activador y endurecedor. Al igual que con las resinas epoxy, la dosificación dependerá del fabricante. Tienen las siguientes ventajas:

  – Alta resistencia a la tracción y a la cizalla.

  – Resistencia a los disolventes.

  – Aguantan hasta 120 °C.

  – Sus aplicaciones son: plásticos rígidos, reparación y rellenado de piezas metálicas de fundición, mecanizadas, etc.

  La mezcla de la resina se puede realizar de forma manual de la siguiente forma (figura 9.37):

  1. Verter en un recipiente una **cantidad de resina** acorde con la magnitud de la reparación.
  2. Añadir y mezclar el **activador** a la resina en una proporción aproximada del 0,4% respecto a la cantidad de resina inicial.
  3. Finalmente, se añade el **catalizador** en un valor del 2% en relación a la resina inicial. El producto final quedará listo para su aplicación cuando se haya removido lo suficiente y se haya conseguido una mezcla homogénea.

↑ **Figura 9.37.** Conjunto de resina activada más catalizador.

Para evitar posibles riesgos de explosión o inflamación se debe de tener especial atención de no mezclar entre sí activador y catalizador; para ello, se deberá seguir el orden de mezcla anteriormente descrito.

- **Poliuretanos.** Son adhesivos elásticos que se presentan habitualmente en las reparaciones de forma bicomponente, y están compuestos a base de **resina y cargas** junto con un **endurecedor** con base de isocianatos; secan por medio de reacciones químicas. Cuando el producto es monocomponente se seca por efecto de absorción de humedad. Los componentes se procesan mediante equipos apropiados de mezcla y dosificación. Esta mezcla se seca rápidamente, y permite el pegado de substratos en un corto periodo de tiempo. Entre sus numerosas ventajas podemos destacar las siguientes:
  - Rápido curado.
  - Gran elasticidad y flexibilidad.
  - Curado a temperatura ambiente.
  - Amortiguador de vibraciones.
  - Se aplican de forma sencilla mediante pistolas extrusoras adecuadas al tipo de envase.
- **Adhesivos acrílicos**. Son adhesivos instantáneos que proceden del ácido acrílico. Dentro de la reparación de plásticos se encuentran los cianocrilatos, que destacan por unir todo tipo de plásticos. Sus propiedades más importantes son las siguientes:
  - Baja viscosidad y gran rigidez.
  - Elevada velocidad de polimerización a temperatura ambiente.
  - Insensibilidad a la humedad superficial.
  - Sus aplicaciones son: adhesión de gran variedad de sustratos, para emblemas, molduras, piezas pequeñas de goma, etc.

## Refuerzos

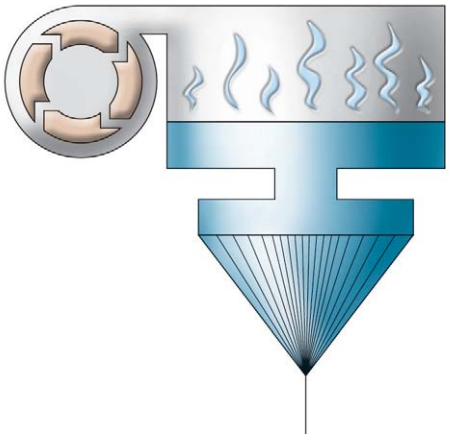
El principal objetivo de los materiales de refuerzo es el de conseguir una **estabilidad estructural** en forma de resistencia mecánica y rigidez. Las cargas de refuerzo se pueden presentar en diferentes formas dependiendo del material utilizado. En la tabla siguiente se muestran los tipos de refuerzos.

| NATURALEZA DE ORIGEN | MATERIALES | FORMA ESTRUCTURAL |
|---|---|---|
| **Metálica** | Aluminio | Fibras |
| | Acero | Fieltros |
| | Acero inoxidable | Mallas |
| | Cobre | Lanas |
| | Níquel | Alambres |
| **Inorgánica** | Tungsteno | Hilos |
| | Vidrio | Fibras |
| | Carbón | Hilos |
| | Grafito | Tejidos |
| | Boro | Polvo |
| | Carburo de silicio | Esferas |
| | Silicato de aluminio | Laminillas |
| | Óxido de circonio | Escamas |
| **Orgánica** | Aramida | Fibras |
| | Carbono | Hilos |
| | Nailon | Mallas |

→

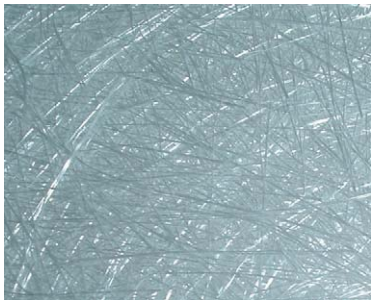
- **Fibra de vidrio.** Es el material más utilizado como carga de refuerzo tanto en la fabricación como en la reparación de piezas de automóvil. Para la formación de este material se utiliza vidrio en forma de polvo, que se funde en un horno y de aquí va a una serie de elementos de platino denominados hileras. Las hileras se constituyen en forma de caja con base perforada por un elevado número de orificios. Al pasar el vidrio por los orificios se forma el filamento y, a medida que van saliendo de la hilera, los filamentos se agrupan y son transportados a un rodillo. Las agrupaciones de filamentos unidos se denominan hilos, que se bobinan para formar un producto intermedio denominado ovillo. Tras ser sometido a un tratamiento térmico para su curado, el ovillo sufre una transformación y se convierte en uno de los siguientes productos finales (figura 9.38):
  - ***Mat***. Se fabrican en forma de mantas constituidos por fibras uniformemente distribuidas en un plano y repartidas al azar pero confiriendo una mínima orientación a los filamentos.
  - ***Roving*.** Constituido por hilos de vidrio paralelos y enrollados formando una bobina o carrete. Es el refuerzo más utilizado.
  - **Hilos cortados.** Son de diferentes tamaños y se emplean principalmente como refuerzos en las masillas de poliéster.
  - **Masillas de poliéster reforzadas**. Contienen fibra de vidrio cortada y resina de poliéster.

Los filamentos pueden estar hechos con diversos tipos de vidrio designados con las letras A, E, C, AR, L, D y S. Los que se suelen utilizar para refuerzo de productos son los tipos E (eléctrico), AR (resistencia mecánica) y C (con resistencia química).



Bobinas de hilo
*Roving*

Rollo de tela
*Mat*



Hilos cortados

↑ **Figura 9.38.** Elaboración y formas de presentarse la fibra de vidrio.

- **Fibra de carbono.** Los componentes de la carrocería reforzados con fibra de carbono se caracterizan por una considerable disminución del peso, un excelente comportamiento del material en caso de choque y una gran rigidez y solidez. En este sentido, la orientación de las fibras es fundamental, debido a que es posible seleccionarla específicamente y, además, optar por una superposición de capas de fibras para obtener unas cualidades de resistencia al esfuerzo óptimas.

  Actualmente se aplica ya en piezas expuestas a grandes esfuerzos, especialmente en la aeronáutica y en coches de competición. Estas piezas se montan en zonas sometidas a grandes esfuerzos y que, a pesar de ello, exigen la utilización de materiales ligeros muy rígidos y robustos.

**Techo de fibra de carbono**

El BMW Group impulsa el trabajo de desarrollo y la aplicación de procesos innovadores con el fin de utilizar plástico reforzado con fibras de carbono en las estructuras de las carrocerías y en diversos componentes. Un excelente ejemplo para la utilización visible de este material mixto, innovador y ligero, es el techo del BMW M3 CSL.

## Masillas de poliéster reforzadas

Este tipo de masillas se suelen utilizar para la reparación de plásticos (figura 9.39). Se caracterizan fundamentalmente por su propiedad de poder curar o endurecer cuando son catalizadas en una proporción aproximada del 2 al 3% a temperatura ambiente y bajo muy poca o ninguna presión (un exceso de catalizador puede producir manchas en el pintado final).

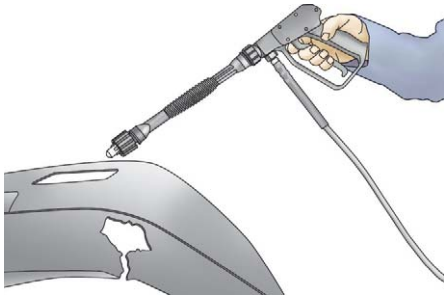
El **proceso de reparación mediante adhesivos** permite reparar cualquier tipo de plásticos. A continuación se describe la reparación de un parachoques con falta de material:

1. Elegir los elementos necesarios para realizar todas las operaciones que garanticen la reparación. El equipamiento puede estar compuesto por:
   - **Adhesivo bicomponente**. Es poliuretano bicomponente que endurece en un tiempo aproximado de 5 horas a temperatura ambiente, y 15 minutos si es sometido a una temperatura de 60-70 °C.
   - **Imprimación.** Contiene compuestos de disolventes que favorecen la adhesión entre los plásticos exteriores del automóvil y el adhesivo bicomponente. Se aplica sobre el plástico lijado y limpio en las dos caras de la zona a reparar, y también sirve como promotor de adherencia para el pintado final del plástico.
   - **Limpiador**. Debe tener alto poder desengrasante, y el tiempo de secado es de 10 minutos aproximadamente a temperatura ambiente.
   - **Material de refuerzo** que se puede encontrar en forma de tiras metálicas de acero galvanizado que aumentan la resistencia a la torsión del plástico y se aplican en la parte exterior de la grieta y en la cara no visible, ligeramente flexionado en forma de puente. También existen las mallas de refuerzo compuestas por fibra de vidrio que sitúan el adhesivo en grandes daños y ofrecen una gran resistencia mecánica.
   - **Boquillas de mezcla y pistola de aplicación**.
   - **Agente texturante**. Se emplea para recuperar la rugosidad original de los parachoques texturados.
2. Limpieza de la zona dañada para eliminar todo tipo de suciedad (figura 9.40).
3. Preparación y acondicionamiento de superficies mediante un lijado, con objeto de rebajar protuberancias existentes en la zona dañada (figura 9.41 y 9.42). Finalizado el lijado, se debe limpiar la zona con disolvente para plásticos.

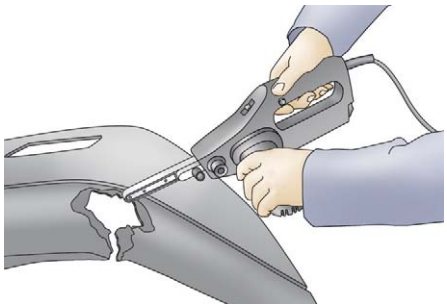
   Si la zona a reparar contiene fisuras, se preparará de la misma forma que en reparación por soldadura, es decir, se realizarán unos taladros a ambos lados de la fisura y se pasará una fresa en toda su longitud para que el adhesivo penetre correctamente en la grieta.

↑ **Figura 9.39.** Masilla de poliéster reforzada con fibra de vidrio.

→



↑ **Figura 9.40.** Limpieza.



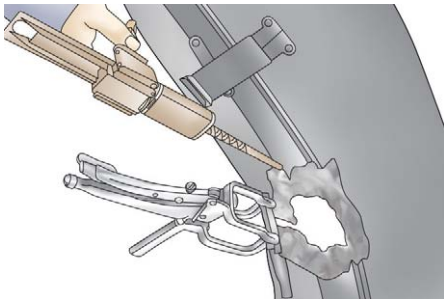
↑ **Figura 9.41.** Acondicionado de superficies.

↑ **Figura 9.42.** Lijado de superficies.

4. Aplicación de la imprimación de anclaje: su finalidad es **potenciar la adherencia** de la superficie del plástico y mejorar el anclaje del adhesivo sobre la pieza (figura 9.40).
5. **Aplicación del adhesivo.** Una vez transcurrido el tiempo de activación de la imprimación, se aplicará el adhesivo bicomponente mezclado al 50% de forma manual (espátula) o con pistola aplicadora (figura 9.44). La aplicación se llevará a cabo en cantidad suficiente por la parte interior de la pieza o, cuando se estime oportuno, por la parte externa, para que se filtre bien por la fisura y, en su caso, por los taladros. De este modo, se moldeará adecuadamente para que se adapte a la configuración de la pieza (figuras 9.45 y 9.46).

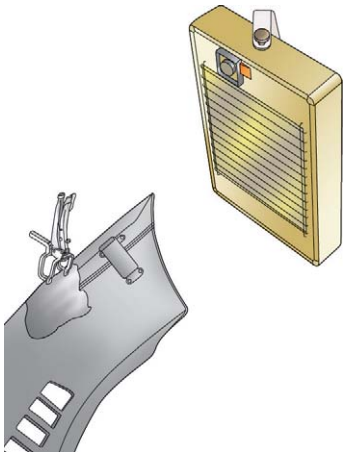
   Si se utiliza material de refuerzo, se deberá cortar y preparar de acuerdo con el tamaño y la forma del daño. A continuación, se colocará directamente sobre el sustrato a reparar o después de un pequeña aplicación de adhesivo.

↑ **Figura 9.43.** Aplicación de imprimación.



↑ **Figura 9.44.** Aplicación de adhesivo por la parte interna.

↑ **Figura 9.45.** Aplicación de adhesivo por la parte externa.



↑ **Figura 9.46.** Preparación de material de refuerzo.

6. **Acabado final**. Se lijará de forma suave la zona reparada por medio de una lijadora rotorbital y discos de lija de grano grueso, de P 80 a P 120. En el caso de quedar pequeñas irregularidades superficiales se aplicarán materiales de relleno que, una vez lijados, dejarán la pieza preparada para el tratamiento de pintura.

Recomendaciones durante el lijado y preparación del pintado:

- Realizar siempre el bisel de 1 ó 2 cm en torno a la grieta para asegurar una suave transición del lijado y evitar marcas indeseables de la reparación visibles tras el pintado.
- Comenzar con P 120 para pasar progresivamente a P 150, P 240, P 320 y P 400.
- No pasar de un grano a otro con una diferencia mayor de 120, ya que se generarían arañazos de lijado que no cubriremos bien con materiales de relleno de plásticos.
- Al emplear la lijadora orbital, no realizar amplios movimientos oscilatorios excéntricos (de más de 5 mm).

- Se obtienen mejores resultados si lijamos el adhesivo curado a temperatura ambiente que curado con calor.
- Nunca lijar el adhesivo caliente.
- Para grandes zonas dañadas, antes de pintar se debe lijar la última capa curada con grano P 1.000 ó P 1.500 y a mano.

### Reparación con resina de poliéster y refuerzo de fibra de vidrio

Este sistema se utiliza en la reparación de piezas de poliéster reforzadas cuando presentan un daño o rotura con pérdida de material considerable. En caso de ser un simple arañazo superficial, este se podría reparar simplemente con la utilización de masilla de poliéster reforzada.

De los productos utilizados para la reparación, la resina será la que aporte rigidez estructural a la vez que distribuya uniformemente los esfuerzos. Por su parte, el refuerzo de fibra de vidrio (mantas, tejidos o hilos cortados), se encargará de dar resistencia y tenacidad a la reparación.

Durante el desarrollo de la reparación se tendrán en cuenta la siguientes y principales recomendaciones:

- Partir de una base limpia y libre de impurezas, recurriendo para ello a la limpieza con la lijadora y el desengrasado mediante acetona (producto muy volátil). Con esto se consigue una perfecta fijación sobre la pieza de la resina, refuerzos o masillas.
- Se debe tener en cuenta la cantidad de capas de fibra que va a recibir la pieza, y preparar una mezcla de resina y catalizador al 2%.
- Lo primero que se aplica a la zona que se desea recuperar es la resina con el catalizador y, a continuación, se colocan las capas de fibra, siempre intercalando una mano de resina y otra de catalizador entre capa y capa.
- Para el acabado final, se recurrirá a una capa de masilla de poliéster reforzada con la que se consigue dar una acabado similar al de la pieza nueva mediante el uso de la lijadora.

### Reparación mediante soldadura química: sistema de la acetona

Se denomina soldadura química a la acción que produce un producto como la **acetona** sobre materiales termoplásticos al disolverlos, con la excepción del polipropileno y el polietileno. Este producto se caracteriza por no atacar por igual a todos los plásticos, y se utiliza este sistema principalmente en la reparación de plásticos de **material ABS**, en donde se obtienen los mejores resultados. Además, también es muy útil para la **reparación de pequeñas grietas y roturas de patillas y pivotes**. En cada uno de los casos se actuará de la siguiente forma:

- **Reparación de piezas de ABS**. Con un *cutter* se rascan virutas de una pieza desechable y se mezclan en un recipiente adecuado con acetona. El resultado de esta unión es una pasta o argamasa de ABS uniforme que se puede aplicar como refuerzo en cualquier tipo de rotura. El resultado que se consigue una vez que la acetona se ha evaporado es de una solidez mayor a la de la pieza original.
- **Reparación de patilla o pivotes**. Consiste en aplicar acetona sobre los puntos de rotura hasta que esta empieza a actuar y, por tanto, a disolver el material. Ejerciendo una ligera presión del pivote o patilla sobre el soporte, y manteniéndolo durante un cierto tiempo hasta que la acetona se haya evaporado, se conseguirá obtener una unión perfecta.

→

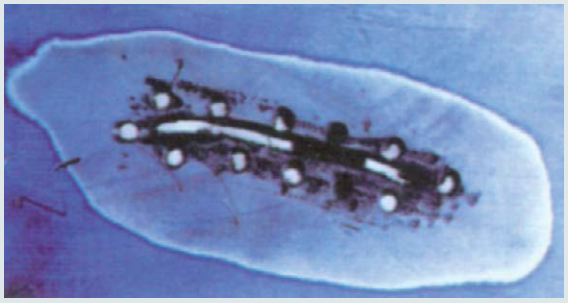
## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

**Realiza el proceso de reparación de un termoplástico o termoestable utilizando adhesivos químicos y material de refuerzo.**

**Solución:**

1. Limpieza y lavado de la superficie.
2. Recuperación de la forma. Cualquier impacto produce una cantidad deformación del material plástico. Se podrá recuperar la forma inicial aplicándole calor con la pistola de calor.
3. Lijado inicial. Eliminar los restos de pintura vieja u otras protecciones mediante un lijado suave de grano P 150. Se debe controlar, durante el proceso de lijado, la temperatura que adquiere el plástico. Un calentamiento excesivo del material nos producirá una deformación del mismo (figura 9.47).
4. Preparación de la superficie:
   - Romper la grieta y preparar los anclajes. Si la reparación se va a realizar sobre una grieta de una pieza de plástico, lo primero que se debe hacer es taladrar los extremos con el fin de evitar que la grieta se prolongue. Una buena reparación necesita acciones mecánicas de refuerzo, por ejemplo el efecto de remachado. Este consiste en realizar **taladros de 4 ó 5 mm** alrededor de la grieta a reparar (figura 9.48) y avellanar con una fresa oval de 10 mm de diámetro adaptada en la fresadora (figura 9.49). Después, se debe lijar con un P 180 para matizar los taladros y el avellanado. La finalidad de esta operación es la de conseguir hacer compacta la zona afectada.
   - Limpieza de la superficie. Aplicar el pulverizador limpiador de plásticos y frotar con un paño o papel de limpieza. Se dejará secar aproximadamente durante 5 minutos (figura 9.50).

↑ **Figura 9.47.** Lijado inicial.



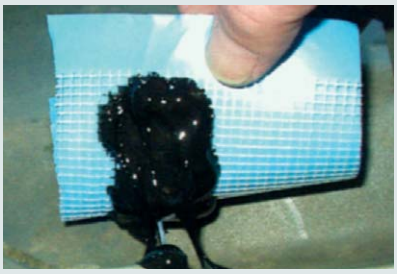
↑ **Figura 9.48.** Realización de taladros.

↑ **Figura 9.49.** Repasado con fresa oval.

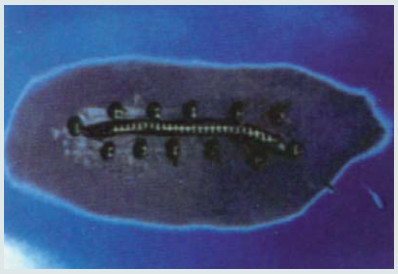
↑ **Figura 9.50.** Limpieza de la superficie.

5. Reparación:
   - Se pulveriza el spray transmisor de adherencia para plásticos en capa fina, y se deja actuar durante 5 minutos.
   - Colocar el cartucho de adhesivo bicomponente en la pistola para cartuchos dobles. Se recomienda, antes de aplicar el adhesivo sobre la lámina de refuerzo, dejar salir del tubo 2 cm de producto para asegurar así un mezclado correcto.

- Por la parte superior de la reparación, colocar la lámina de refuerzo junto con el adhesivo aplicado sobre ella (figura 9.51). Dar la vuelta a la pieza, aplicar adhesivo en la parte anterior asegurándonos de cubrir los taladros y la grieta (figura 9.52). Recortar un trozo de lámina de contornear y presionar por ambos lados para adaptar el adhesivo a la grieta. De esta forma se consigue eliminar burbujas de aire y se obtiene como resultado un buen acabado final (figura 9.53). Pasados 15 minutos, retirar la lámina y dejar endurecer el producto en su totalidad.
- Una vez endurecido el adhesivo, lijar la cara exterior de la pieza con grano P 120 y P 180 igualando la superficie de la reparación.



↑ **Figura 9.51.** Aplicación de adhesivo al refuerzo.



↑ **Figura 9.52.** Rellenar los taladras con adhesivo.

↑ **Figura 9.53.** Eliminación de burbujas mediante presión con lámina de contornear.

6. Acabado:
   - Limpieza de la superficie. Aplicar limpiador de plásticos en spray y frotar con un paño o papel de limpieza limpio.
   - Lijado suave o matizado de la zona con una máquina rotorbital y un disco de lija de grano P 180.
   - Limpiar de nuevo con limpiador de plásticos para eliminar restos del proceso de lijado.
   - Si se han detectado pequeñas irregularidades en la reparación, se debe pulverizar con un spray transmisor de adherencia para plásticos en capa fina, y aplicar masilla de relleno.
   - Una vez seca la zona enmasillada, se lijará con máquina rotorbital con grano P 150 y P 220 .

**Desarrolla paso a paso el proceso de reparación de un parachoques con grieta pasante mediante adhesivos (figura 9.54).**

**Solución:**

1. Se limpia bien la zona a reparar con el **limpiador de plásticos o con alcohol isopropílico** si el plástico es ABS. Se aclara con agua y se deja secar (figura 9.55).
2. Lijar la grieta con un disco de fibra P 80 en forma de V. Se tendrá cuidado con algunos tipos de plásticos porque pueden estropearse si sobrecalentamos la zona.

↑ **Figura 9.54.** Parachoques dañado.

↑ **Figura 9.55.** Limpieza de la pieza.

3. Se matiza la pintura de alrededor con un P 120 (figura 9.56). Se limpia de nuevo con el limpiador de plásticos o con alcohol isopropílico si el plástico es ABS. Se aclara con agua y se deja secar.

→

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

4. Se identifica el tipo de plástico a reparar.
5. Se aplica el **promotor de adhesión más adecuado para el tipo de plástico identificado** por los dos lados de la grieta. Se deja secar 5 minutos (figura 9.57).
6. Se corta una pieza del **film plástico con refuerzo** unos 25 mm mayor en su contorno que la zona a reparar para colocar por la parte trasera (figura 9.58), y otro film **de plástico sin refuerzo** de las mismas dimensiones para colocar por la parte delantera del parachoques.

↑ **Figura 9.56.** Matizado.

↑ **Figura 9.57.** Aplicación del promotor de adhesión.

↑ **Figura 9.58.** Preparación de films de refuerzo.

7. Se aplica el adhesivo seleccionado sobre el **film plástico con refuerzo** en cantidad suficiente para rellenar el hueco que se va a reparar y se coloca por la parte trasera de la pieza.
8. Se coloca el film por la parte trasera de la pieza y, a continuación, se coloca el film de plástico sin refuerzo por la parte delantera. Se deja secar durante 15 minutos o hasta que el film sin refuerzo se despegue con facilidad (figura 9.59).
9. Cuando el adhesivo esté completamente curado, aproximadamente pasados unos 20 minutos, se lija con máquina rotorbital P 120 (figura 9.60).

↑ **Figura 9.59.** Refuerzo sobre la pieza.

↑ **Figura 9.60.** Lijado.

10. En caso de que haya arañazos o agujeros, se limpia de nuevo la zona con limpiador de plásticos (figura 9.61).
11. Se aplica la **masilla de relleno** y se deja secar durante 7 u 8 minutos.
12. Se lija la masilla primero con grano P 180 y luego con P 280 (figura 9.62). La pieza ya está lista para ser pintada.

↑ **Figura 9.61.** Limpieza de la pieza.

↑ **Figura 9.62.** Lijado de la masilla.

Desarrolla el proceso de reparación mediante resina de poliéster y refuerzo de fibra de vidrio en un plástico compuesto con fisura y pérdida de material.

**Solución:**

1. Identificación. Se comprueba que es un plástico compuesto al ver los hilos de fibra en la rotura (figura 9.63).
2. Preparación de las herramientas. Resina de poliéster, brochas, espátulas, guantes de vinilo, limpiador, lijadora rotorbital con aspiración, juego de lijas, mascarilla y gafas de protección.
3. Delimitación del daño. Taladrado de los extremos de las fisuras.
4. Mecanizado de la superficie dañada (figura 9.64).
5. Preparación del refuerzo de la fibra de vidrio. Se utilizarán tantas capas de fibra como sean necesarias y de dimensiones adecuadas al tipo de daño. La última capa debe de cubrir toda la zona lijada anteriormente (figura 9.65).

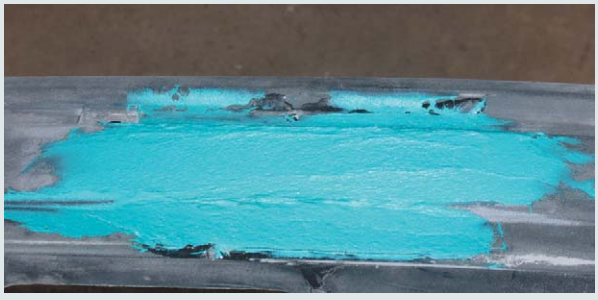
↑ **Figura 9.63.** Comprobación del material.

↑ **Figura 9.64.** Mecanizado de la pieza.

↑ **Figura 9.65.** Dimensiones de las capas de fibra.

6. Limpieza con disolvente.
7. Preparación de la resina de poliéster. Se realizará una cantidad de resina acorde con el tamaño de la reparación. La resina se ha suministrado ya activada, y solamente queda añadir el catalizador en una proporción del 2%.
8. Aplicación de capas alternas de fibra de vidrio y resina (figura 9.66). Se comenzará con una primera capa de resina que cubra toda la zona a reparar para, a continuación, aplicar alternativamente fibra y resina. La última aplicación será de resina sobre material de fibra de vidrio con el objeto de no dejar sobre la superficie hilos de fibra sin impregnar.
9. Acabado final por la parte exterior. Una vez transcurrido el tiempo de curado de la resina, se eliminará el material sobrante mediante un lijado con el grano adecuado. Posteriormente, se aplicará mediante la espátula una masilla de poliéster reforzada para terminar con un lijado final de acabado sobre la superficie enmasillada (figura 9.67).

↑ **Figura 9.66.** Aplicación de capa de resina y fibra.



↑ **Figura 9.67.** Enmasillado de la zona reparada.

→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

1. ¿Qué parámetros principales aparecen en la simbología de un plástico?
2. ¿Cómo se pueden identificar los materiales termoestables?
3. Detalla las características de los siguientes plásticos:
   a) >PP-G M 40<
   b) >PA 66-G F 20<
4. ¿Qué características principales se obtienen al identificar un material termoplástico?
5. ¿En qué consiste el ensayo de identificación por combustión u organoléptico?
6. ¿Cuáles son las características de un plástico de policarbonato y otro de polipropileno cuando son combustionados?
7. ¿Qué parámetros se tienen en cuenta a la hora de identificar un plástico mediante una microficha?
8. ¿Qué criterios se tienen en cuenta a la hora de decidir si una pieza de plástico debe ser sustituida o reparada?
9. ¿Qué dos aspectos deben de aplicarse al reparar un plástico mediante conformación?
10. ¿En qué consiste la soldadura por puntos? ¿y la pendular?
11. ¿Cómo actúan los adhesivos?
12. ¿Qué propiedades y características poseen las resinas epoxi?
13. ¿Cómo se elabora una cierta cantidad de resina?
14. ¿En qué productos finales se puede presentar la fibra de vidrio?
15. ¿Qué recomendaciones se deben de aplicar en la reparación de plásticos mediante adhesivos durante el lijado y la preparación para el pintado?
16. ¿Qué dos actuaciones se pueden aplicar en la reparación mediante soldadura química?

## DE TALLER

1. Realiza pruebas de combustión sobre diferentes tipos de plásticos y anota sus características. Compara tus resultados con los de la tabla de características.
2. Realiza un listado del equipamiento del que dispone tu taller para realizar una reparación de plásticos mediante el método de soldadura y mediante adhesivos.
3. Describe el proceso de reparación de un termoplástico con grieta pasante y con falta de material.
4. Describe el proceso de reparación de un elemento con falta de material y sin acceso por su parte interior.

# PARA **PRACTICAR**

## Reparación de un parachoques mediante adhesivos

### HERRAMIENTAS

- Limpiador
- Transmisor de adherencia
- Adhesivo
- Lámina de refuerzo
- Lámina de contornear
- Cánulas
- Pistola de cartuchos

### MATERIAL

- Parachoques con grieta pasante

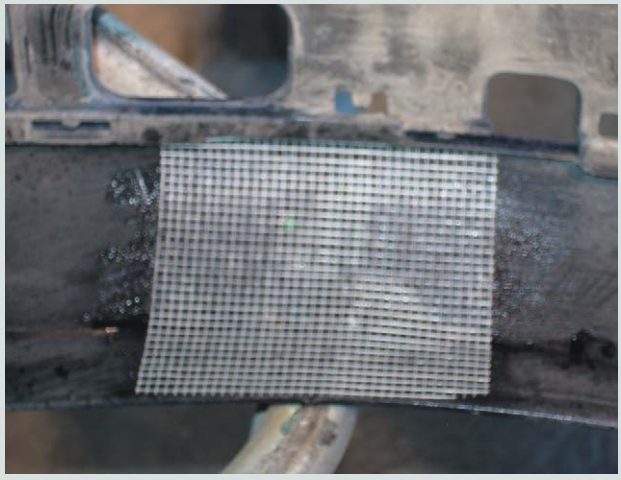
### OBJETIVO

Reparar un parachoques con grietas.

### DESARROLLO

1. Una vez limpio con agua y jabón, se realiza un taladro al final de la grieta para frenar la tendencia de la rotura a acentuarse.
2. Se realiza el valle dejando una separación de, al menos, 2 mm en la junta para una mejor penetración del adhesivo en la rotura. Se lija con P 180 por delante y por detrás.
3. Las superficies a tratar se rocían con el limpiador y se espera 2 minutos.
4. Se aplica una fina capa del trasmisor de adherencia y se deja actuar. Se recomienda no tocar con las manos para evitar engrasar la zona.
5. Se recorta la lámina de refuerzo a la medida requerida según la rotura.
6. Antes de aplicar el adhesivo sobre la lámina de refuerzo, se hace salir del tubo 2 cm de producto para asegurar así un mezclado perfecto.
7. Se aplica el adhesivo directamente sobre la lámina de refuerzo.
8. Se coloca la lámina de refuerzo con el adhesivo en la parte trasera de la rotura, y se presiona hasta que el adhesivo aparezca por la parte delantera. Seguidamente, se da forma con la lámina de contornear y una espátula.
9. Una vez seco, se lija con P 180. Es recomendable no calentar el plástico lijando con un número de revoluciones elevado.

↑ Aplicación de transmisor de adherencia.



↑ Dimensiones de láminas de refuerzo.

→

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** ¿Cuál de los siguientes plásticos se considera un copolímero?

a) ABS.
c) PA.
b) PC.
d) PE.

**2** ¿Qué significan la siglas SMC?

a) Compuesto moldeable en argamasa.
c) Compuesto moldeable en láminas.
b) Materia a moldear-prensa-molde-línea.
d) Compuesto moldeable a granel.

**3** Al calentar un material termoestable:

a) Se deforma y se ablanda.
c) Se ablanda y fluye.
b) Se carboniza y se deshace.
d) Ninguna de las anteriores.

**4** El color de la llama de un plástico de polipropileno cuando se combustiona es:

a) Amarillo pálido.
c) Azul.
b) Amarillo y azul.
d) Azul claro.

**5** El achaflanado en V en la reparación por soldadura de un plástico debe tener un ángulo de:

a) 60°.
c) 90°.
b) 120°.
d) 45°.

**6** ¿En cuál de los siguientes productos se puede presentar la fibra de vidrio?

a) *Mats.*
c) *Roving.*
b) Hilos cortados.
d) Todas las anteriores.

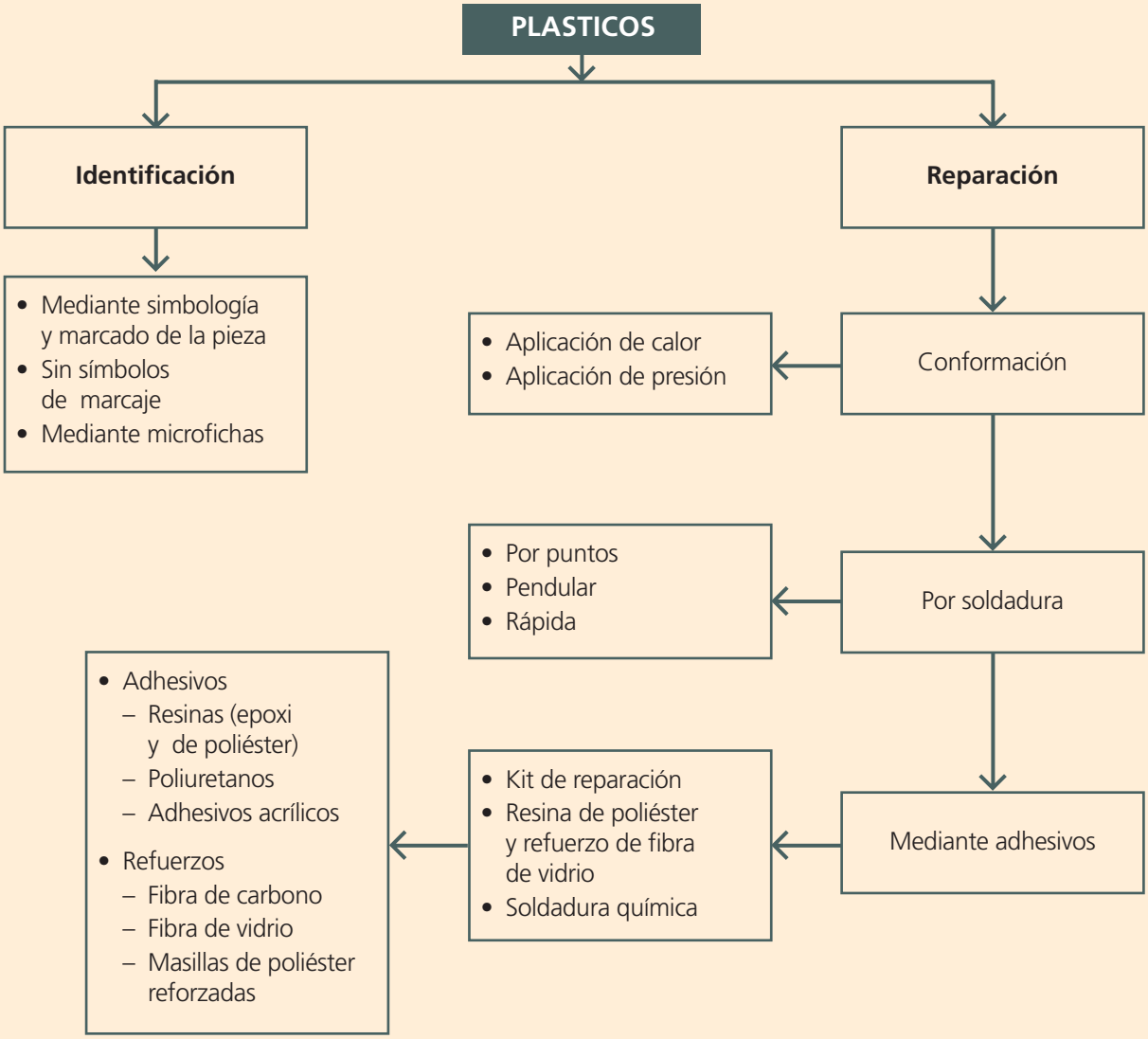
**7** La cantidad más recomendable de catalizador en la mezcla con la resina es del:

a) 2%.
c) 5%.
b) 3%.
d) Ninguna de la anteriores.

**8** ¿Cuál es el plástico con el que mejor resultados se obtienen en la reparación mediante el método de la acetona?

a) EPDM.
c) ABS.
b) PVC.
d) PA.

# EN **RESUMEN**




# **AMPLÍA** CON…

- *Baremo de tiempos de reparación de piezas de plástico del automóvil*. Centro Zaragoza.
- *Fichas técnicas de reparación de vehículos.* CESVIMAP.
  - Enero 1997.
  - Septiembre 1997.
  - Enero 2003.
  - Mayo 2004.
  - Enero 2005.

- www.cep-inform.es.
- www.wurth.es
- www.plastunivers.es
- www.3m.com
- www.loctite.com

→

# MUNDO DEL AUTOMÓVIL

Cerca de 900.000 tn de poliuretano (PU) se utilizaron en 1996 en la industria del automóvil. Un coche familiar contiene aproximadamente 18 kg de poliuretano, mientras uno de lujo utiliza cerca de 30 kg de este material.

## El poliuretano se expande por el interior del automóvil

Parte del éxito del PU es su capacidad para ser producido de muchas formas diferentes, como espumas flexibles o plásticos duros y rígidos. Otras muchas propiedades se pueden ir haciendo a la medida durante la fase de desarrollo, con el fin de reunir las condiciones particulares que cada fabricante de automóviles pueda tener para las diversas aplicaciones.

ICI esta trabajando estrechamente con fabricantes de vehículos y transformadores de piezas de todo el mundo para desarrollar sistemas de PU para nuevas aplicaciones y para otras ya existentes, pero que aún se están realizando con materiales diferentes. El crecimiento más importante se registrará en el campo de la atenuación acústica, seguido de subsistemas como los paneles de puerta, los volantes y los salpicaderos. En la actualidad el poliuretano ya se está utilizando habitualmente en asientos, aunque también hay que señalar que los recientes avances en las propiedades de los materiales están llevando a progresos significativos en la comodidad de los pasajeros y el piloto, así como en la duración de los asientos en su fabricación.

### Reducción de ruido

Un exceso de ruido tiene connotaciones tanto de confort como de seguridad, sobre todo para el conductor. Los efectos van desde la simple dificultad para hablar hasta las repercusiones del ruido sobre la fatiga. Algunos materiales aislan acústicamente y absorben el ruido generado por el motor, la suspensión o las ruedas, pero no debemos olvidar que su obligación es cumplir con esas exigencias sin afectar al peso del vehículo o al precio.

### Asientos

Desarrollos recientes, realizados sobre todo en Europa, están registrando un movimiento desde la tecnología de curado en caliente de TDI (tolueno-diisocianato) a tecnología de curado en frío basada en MDI (metileno-difenileno diisocianato) y TDI. Esta última tecnología tiene la ventaja de costes inferiores en moldes y menor consumo de energía, así como menor cantidad de material desechado. Otra gran ventaja del MDI es que la espuma puede ser moldeada en secciones delgadas manteniendo sus propiedades elásticas y excelentes propiedades de fluencia, factores influyentes en la comodidad y la duración del producto.

### Componentes

La versatilidad y ventajas de peso de todos los poliuretanos basados en MDI están desplazando a otros plásticos convencionales en las aplicaciones a componentes interiores como volantes, paneles de mandos o salpicaderos de tacto suave, paneles de puertas, bandejas o revestimientos del techo. La seguridad pasiva también puede ser mejorada mediante la introducción de espuma de poliuretano que absorbe la energía en componentes interiores estructurales o piezas de acabado. Aquí se incluyen sistemas de protección a impactos laterales y frontales.

*Plásticos universales. Enero de 1998*

# El plástico en BMW, un protagonista de élite

**El techo del M3 CSL, una solución ejemplar**

El techo del M3 CSL, desarrollado en estrecha colaboración con los especialistas en plásticos reforzados con fibra de carbono de la planta de Landshut, los expertos del centro de investigación e innovación (FIZ) y con BMW M GmbH, es un excelente ejemplo de la utilización de este material ligero y de gran estética en la carrocería de un automóvil. Se trata de la primera aplicación del mundo de este material en un coche fabricado en serie. La rigidez y la calidad estética de la pieza exigen procesos de fabricación muy sofisticados, ya que la aplicación de una capa de pintura transparente deja a la vista la estructura del tejido de fibra de carbono que refuerza el material plástico.

El techo se fabrica en las instalaciones piloto del centro de chapas de plástico reforzado y tecnología de Lanshut.

El proceso incluye tres fases. En las primera fase se sobreponen las cinco capas de fibras de carbono especiales para moldearlas en la máquina de primer moldeo. Es importante poner especial cuidado en la orientación, posición y estructura correctas de las fibras con el fin de obtener un techo resistente y de gran estética. El cumplimiento de estos criterios durante la primera fase constituye una de las innovaciones esenciales del proceso de fabricación. En la segunda fase se procede a la inyección RTM (siglas en inglés de moldeo por transferencia de resina); para ello, se introduce la pieza moldeada en varias capas de fibras de carbono en un prensa de 1.800 toneladas y, a continuación, se inyecta resina epoxi transparente.

El techo se solidifica sometiéndose al calor de la prensa. A continuación, en la tercera fase, un brazo de robot retira la pieza y se aplica el barniz transparente. El resultado es impresionante en dos sentidos. Gracias a la automatización del proceso, la fabricación del techo dura apenas una quinta parte del tiempo que era necesario con el procedimiento convencional. Además, el techo del M3 CSL pesa seis kilogramos menos, lo que significa que pesa menos de la mitad que un techo de acero comparable.

*Plastunivers. Mayo de 2004*

El dinamismo del mercado exige una constante búsqueda y desarrollo de materiales que permitan reducir el peso de un vehículo, manteniendo innovadores líneas de diseño y factores como el de la seguridad. En esta línea, empresas como BMW Group dedican gran parte de la inversión a la constane investigación y desarrollo de nuevos productos y componentes, como es el caso de la fabricación automatizada de piezas de plástico reforzado con fibra de carbono.

# 10

# Materiales de relleno

## para empezar...

Los materiales de relleno son productos que se aplican directamente sobre las superficies metálicas o plásticas una vez que han finalizado los procesos de extracción de abolladuras. La utilización de este tipo de materiales tiene como objetivo rellenar las pequeñas deformaciones o irregularidades residuales que existen en las reparaciones.

Los principales materiales de relleno que se usan en la actualidad son masillas y soldaduras de estaño-plomo, ya que con ambos se consigue una gran calidad de acabado.

## qué sabes de...

**1.** ¿Cuál es la función de los materiales de relleno?
**2.** ¿Qué tipos de masilla existen en el mercado actualmente?
**3.** ¿Cómo se cataliza una masilla?
**4.** ¿En qué tipos de reparación se utiliza la soldadura blanda?

## ... vamos a conocer

**1.** Masillas
**2.** Soldadura blanda

PARA **PRACTICAR**
Reparación con material de relleno

## y al finalizar...

- Conocerás el objetivo principal de los materiales de relleno.
- Sabrás cuáles son los tipos de masillas más utilizados en la reparación de carrocerías y sus formas de aplicación.
- Conocerás en qué consiste la soldadura blanda.

# 1. Masillas

La masilla es el producto utilizado en los talleres de reparación para **conseguir igualar o acondicionar las superficies** una vez reparada la deformación y para obtener una buena base sobre la cual aplicar las pinturas de acabado. Se denominan **masillas de relleno o de poliéster** porque sirven para rellenar las irregularidades y las pequeñas abolladuras que presentan las zonas después de ser reparadas o sustituidas.

Una buena aplicación de las mismas evitará posteriores defectos en la película de acabado (figura 10.1). Las masillas no se consideran pinturas de preparación.

Las masillas empleadas en el repintado de vehículos no proporcionan ninguna protección al acero frente a la corrosión, ni son una buena base sobre la que aplicar las pinturas de acabado. Su única función es lograr una **nivelación superficial,** por lo que se deberá utilizar la masilla adecuada en cada caso, con la máxima calidad y en unos espesores moderados.

En la actualidad, las más utilizadas son las **masillas de poliéster,** caracterizadas por el aglomerante de resinas de poliéster insaturado. Este componente hace que se endurezcan y sequen mediante una reacción química de polimerización cuando se les añade un **catalizador o iniciador de la reacción** (peróxido de benzoilo) en una proporción de mezcla que, generalmente, es del 2 ó 3% en peso.

↑ **Figura 10.1.** Aplicación de masilla.

## 1.1. Tipos de masillas

Los tipos de sustratos sobre los que aplicar las masillas pueden ser muy variados:

- Superficies de acero, acero cincado, galvanizado y aluminio.
- Imprimicaciones de tipo epoxi.
- Plásticos rígidos de fibra de vidrio.

De esta forma, podemos encontrar diferentes tipos de masillas como las que se describen a continuación.

### Masilla multifuncional

Es una masilla de acabado superfino para la reparación de la carrocería, y se caracterizan por ser de alta calidad, finísima textura y elevada adherencia y flexibilidad (figura 10.2). Otras cualidades destacables son:

- Óptima e inmediata adherencia sobre cualquier superficie metálica, sea cual sea su tratamiento superficial: galvanizados, fibra de vidrio, PVC y muchos plásticos (excepto PP, PE y teflón).
- Porosidad reducida.
- Lijado suave.
- Utilizable sobre plásticos con buen resultado.
- 5 minutos de aplicación de la mezcla.
- 3 mm de espesor máximo por capa aplicada.
- Resistencia a temperaturas de hasta 110 °C.
- Lijable después de 10 minutos.
- Relación masilla-endurecedor de 100 : 2.

### Masilla de poliéster rica en cargas de relleno

Se caracteriza por (figura 10.3):

- Gran poder de relleno y consistencia.
- Permite un lijado suave entre los 20 y los 60 minutos después de haber sido aplicada.
- Se utiliza como masilla de relleno en talleres de chapa y pintura, carrocería, vehículo industrial, náutica, etc.

### Masilla de poliéster multifuncional ligera o ultra ligera

Es una masilla de poliéster de baja o muy baja densidad que supone un avance en el proceso de la reparación (figura 10.4). Estas masillas están teniendo muy buena aceptación por parte de los operarios ya que entre sus ventajas se encuentran:

- Adherencia sobre cualquier soporte (acero, aluminio, galvanizado, poliéster e incluso plásticos).
- Gran poder de relleno.
- Gracias a sus cargas ligeras, tiene una gran facilidad de lijado (comenzando con lijas más finas y consiguiendo un ahorro de tiempo y materiales).
- Menor peso.
- Mayor capacidad de absorción de impactos.
- Mayor facilidad de aplicación y manejo, y obtención de una buena calidad de acabado.

↑ **Figura 10.2.** Masilla multifuncional.

↑ **Figura 10.3.** Masilla de poliéster.

↑ **Figura 10.4.** Masilla ligera.

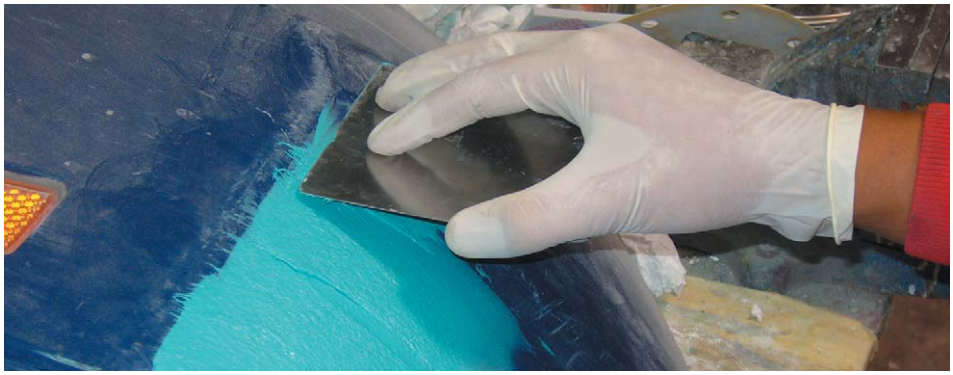
→

## Masilla de poliéster especial para plásticos

Es una masilla de dos componentes que posee una gran elasticidad y está especialmente desarrollada para rellenar pequeñas deformaciones en la reparación de plásticos (figuras 10.5 y 10.6). Además, presenta:

- Buen poder de relleno sobre rozaduras y reparaciones.
- Gran flexibilidad.
- En determinados plásticos como PP, PTFE y PE es necesario matizar la superficie, desengrasar con el limpiador de plásticos, aplicar el transmisor de adherencia y esperar 15 minutos antes de enmasillar para asegurar adecuadamente la adherencia.

↑ **Figura 10.5.** Masilla para plásticos.



↑ **Figura 10.6.** Aplicación de masilla sobre plásticos.

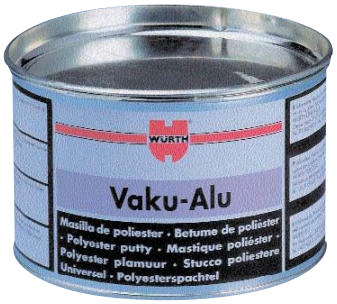
## Masilla con fibra de vidrio

Es una masilla de poliéster reforzada con fibra de vidrio que posee una excelente adherencia debido a su alto contenido en resina (figura 10.7). Además, es apta para reparar o eliminar desperfectos en piezas de plásticos y para el relleno de superficies con ligera oxidación o para rellenos de gran espesor.

## Masilla con partículas metálicas de aluminio

Masilla de dos componentes con excelente capacidad de relleno gracias a la consistencia de las partículas metálicas (figura 10.8). Es apta para el relleno de superficies con ligera oxidación o para rellenos de gran espesor.

↑ **Figura 10.7.** Masilla con fibra de vidrio.




↑ **Figura 10.8.** Masilla con partículas de aluminio.

## Masilla para superficies de cinc o aceros galvanizados

Es una masilla bicomponente que, debido a su composición, está especialmente recomendada para ser aplicada sobre superficies cincadas o galvanizadas en las que el empleo de otras masillas podría originar problemas de adherencia.

### Masillas aplicables a pistola

Está destinada a rellenar pequeñas irregularidades sobre superficies metálicas de grandes dimensiones, y se caracteriza porque contiene componentes de poliéster de gran densidad. Además, tiene la capacidad de diluirse para aumentar su fluidez, y también de reducir el tiempo de los trabajos de lijado.

## 1.2. Catalización de masillas

El catalizador es el encargado de producir la reacción de polimerización. Es de gran importancia que la mezcla con el catalizador o endurecedor de las masillas se realice en las cantidades proporcionadas por el fabricante (figura 10.9), que suelen ser del 2 ó 3% en peso, ya que cualquier variación por encima o por debajo puede dar lugar a problemas:

- **Catalizador por defecto**. La masilla no endurecerá en el tiempo previsto y, por tanto, el lijado se realizará con mucha dificultad al embazarse la lija, creándose marcas y surcos.
- **Catalizador en exceso**. La masilla no endurecerá antes, pero quedará un residuo de catalizador activo que reaccionará con las resinas y pigmentos del aparejo y pinturas de acabado. Como consecuencia, se alterará su color y se producirán manchas o aureolas. A este defecto se le denomina **sangrado** (figura 10.10).

↑ **Figura 10.9.** Catalización y mezcla de la masilla.

Para evitar los defectos anteriormente descritos, existen unos dosificadores que permiten obtener una proporción correcta de masilla y catalizador (figura 10.11).

Por otra parte, existe un catalizador especial para endurecer todo tipo de masillas de poliéster (multifuncional, aluminio, plásticos, ligera, etc.) que es de fácil aplicación y su base química está compuesta en un 50% de peróxido y es de color rojo.

↑ **Figura 10.10.** Sangrado por exceso de catalizador.

↑ **Figura 10.11.** Dosificador.

→

## 1.3. Preparación y aplicación de masillas

Antes de aplicar las masillas, las superficies a reparar se deben preparar convenientemente mediante un lijado con grano adecuado y un desengrasado con disolvente. La aplicación más utilizada es realizada por medio de **espátulas flexibles**, aunque ciertos fabricantes disponen de masillas que se pueden aplicar mediante **brocha** e incluso **pistola aerográfica de gravedad**. En estos dos últimos métodos de aplicación es necesario variar la viscosidad de la masilla por medio de un diluyente para poder llevar a cabo una aplicación de calidad.

Por otra parte, no es conveniente realizar aplicaciones de masilla con espesores elevados (más de 500 micras), y sí realizar una aplicación en **diferentes capas** con su respectivo secado, aunque el tiempo total de la reparación aumente.

Las consideraciones de tipo general a tener en cuenta en la preparación y aplicación de masillas se pueden resumir de la siguiente forma:

- Se acondicionará la zona a reparar mediante el lijado y desengrasado de la superficie hasta obtener una limpieza correcta.
- **Homogeneizar** bien el bote de masilla, ya que durante el tiempo de almacenaje se han podido decantar los sólidos y quedar en la parte de arriba la resina, por lo que no se cumplirán las proporciones con el catalizador al realizar la mezcla.
- No introducir en el bote espátulas o cualquier otro útil que no esté limpio. Habrá que tener especial atención en no introducir restos de catalizador o masilla mezclada (que contiene catalizador), ya que provocará reacciones químicas que la deteriorarán.
- Hay que calcular de forma precisa la cantidad de masilla a utilizar en la reparación porque, una vez realizada la mezcla, comienza la reacción de secado, y el operario dispone de un **tiempo limitado para realizar la aplicación** (4 ó 5 minutos). Sobrepasado este tiempo o vida útil, la masilla no podrá utilizarse. De este modo, es preferible preparar pequeñas cantidades y aplicar una segunda mano que hacerlo de una sola vez.
- La mezcla obtenida es una **pasta viscosa** de alta resistencia al descuelgue que se compone de masilla (entre el 97 y 98%) y endurecedor o catalizador (entre el 2 y 3%). Este último suele contener un colorante rojo para que en la preparación se consiga una buena mezcla, es decir, un color homogéneo.
- Se utilizarán **espátulas flexibles** (figura 10.12) con el objeto de adaptarse a los diferentes perfiles de la carrocería. Pueden ser de acero, plástico o goma.
- Dependiendo de la masilla utilizada, el fabricante recomendará un tipo de **grosor de aplicación**. De todos modos, se evitarán las rugosidades y se tendrá en cuenta que un grosor adecuado disminuye los tiempos de reparación ya que, al poner una gran cantidad de la misma, aumentan los tiempos de lijado. Por el contrario, una escasa aplicación obliga a preparar, aplicar y lijar nuevamente masilla.
- El tiempo de secado o curado dependerá del producto y de la temperatura ambiente, aunque suele oscilar entre los 20 y los 25 minutos a 20 °C. En el caso de aplicar varias capas, se respetará el tiempo de curado antes de lijar y aplicar de nuevo. En invierno, la temperatura de los substratos es a menudo inferior a los 20 °C, por lo que se recomienda que se ayude al secado de los productos utilizando sistemas portátiles de calentamiento (infrarrojos).

↑ **Figura 10.12.** Espátulas flexibles.

## 1.4. Lijado de masillas

↑ **Figura 10.13.** Lijado de la masilla.

Es muy importante respetar el tiempo de secado ya que, si este se produce de forma incompleta, provocaría defectos en el lijado similares a los producidos por una deficiencia de catalizador en la mezcla. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones a la hora de lijar las masillas:

- Se deben lijar siempre **en seco** ya que, por su composición, absorben la humedad y podrían causar problemas durante los procesos de imprimación y pintura.
- El proceso general de lijado de la masilla consiste en un primer desbastado con lijas de grano P 80 ó P 100; a continuación se sigue con una lija P 150 como paso intermedio (proceso escalonado), para acabar con una P 220 ó P 240 y afinar las marcas de lijado (figura 10.13).
- Se realizará un lijado **fino o matizado,** que no deja surcos o huellas más allá de la zona enmasillada, con el objetivo de garantizar la adherencia del aparejo; este es el proceso anterior al pintado.

## 1.5. Normas de seguridad e higiene para el empleo de masillas

- Utilizar las mascarillas correspondientes durante la fase de lijado de las masillas y máquinas con sistemas de aspiración de polvo.
- Para evitar el contacto del producto con la piel y los ojos, usar gafas y guantes apropiados.
- Es importante, una vez terminado la reparación, limpiar rápidamente las herramientas empleadas con productos apropiados.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Busca y refleja en una tabla las características principales de un tipo de masilla.

**Solución:**

| MASILLA CON PARTÍCULAS DE ALUMINIO | |
|---|---|
| **Base química** | Resina de poliéster insaturada, cargas de partículas de refuerzo |
| **Color** | Metalizado |
| **Peso específico** | 1,9 kg/l |
| **Vida de la mezcla con 2% de catalizador a 20 °C** | 5 minutos |
| **Tiempo de secado** | 20 minutos a 20 °C |
| **Temperatura de aplicación** | No a menos de 5 °C |
| **Lijado en seco** | P 60 a P 180 |
| **Repintado** | Todos los fondos utilizados en automoción y vehículos industriales |
| **Tipos de chapas** | Chapas de acero, galvanizadas, electrocincadas, aluminio, madera y piezas con base de poliéster |
| **Condiciones de almacenamiento** | A 20 °C en envases herméticos |

→

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

Indica las causas probables de la aparición de los siguientes problemas durante la aplicación de masillas de relleno.

**Solución:**

| PROBLEMA | CAUSAS PROBABLES |
|---|---|
| **Aparición de poros** | • El mezclado se realizó agitando los componentes (hubo oclusión de aire).<br>• Se aplicaron capas demasiados anchas de mezcla.<br>• El secado por rayos infrarrojos fue incorrecto. Se resecó la superficie y no curó el interior de la capa. |
| **Blanqueamiento (decoloración de la pintura)** | • La relación masilla/endurecedor fue incorrecta (se empleó demasiado endurecedor).<br>• Se produjo un mezclado deficiente de los dos componentes. |
| **Curado incompleto** | • La relación masilla/endurecedor fue incorrecta (se empleó muy poco endurecedor).<br>• La temperatura de trabajo se quedó por debajo de los márgenes recomendados.<br>• Hubo un mezclado deficiente de los dos componentes. |
| **Contorno visible de la reparación** | • Fue insuficiente el lijado en los bordes de la reparación.<br>• Se aplicó poca capa de masilla pulverizable sobre una masilla base.<br>• La relación masilla/endurecedor fue incorrecta (se empleó muy poco endurecedor). |
| **Defectos visibles del lijado tras el pintado** | • Se realizó el lijado de la masilla con un grano demasiado grueso.<br>• Se aplicó poca capa de masilla pulverizable sobre una masilla base. |
| **Cuarteamiento de la masilla y falta de adhesión** | • Hubo una limpieza inapropiada antes del lijado. Quedan siliconas, ceras o suciedad en los poros de la superficie.<br>• El limpiador que se utilizó dejo residuos en la pieza.<br>• Se empleó aire comprimido lubricado para retirar el polvo del lijado.<br>• El lijado previo a la aplicación de la mezcla se hizo con grano muy fino.<br>• La relación masilla/endurecedor fue incorrecta (se empleó demasiado endurecedor).<br>• La temperatura de aplicación se quedó por debajo de los márgenes recomendados.<br>• Se curó la masilla con una lámpara de rayos infrarrojos de onda corta.<br>• Se volvió a ensuciar la superficie preparada debido a un ambiente contaminado.<br>• Se empleó un producto caducado. |

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**1.** Realiza un esquema u organigrama en donde queden reflejadas las precauciones más importantes a tener en cuenta a la hora de aplicar masillas.

# 2. Soldadura blanda

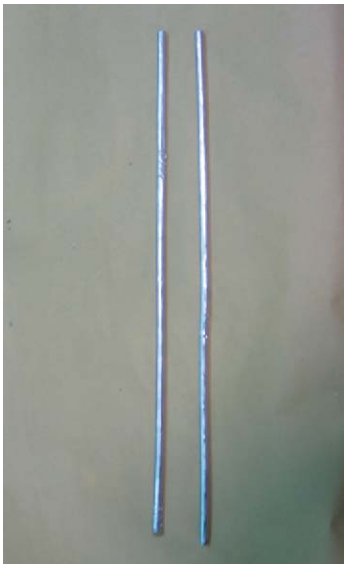
En las piezas exteriores de la carrocería es necesario un buen acabado; por ello, para mejorar las uniones mediante soldadura como en los trabajos de sustitución de secciones parciales, se utiliza la técnica del **estañado o soldadura blanda.** También se utiliza como proceso de acabado en reparaciones sin acceso directo y en aquellas zonas de difícil accesibilidad. Este tipo de soldadura no se utiliza como método de unión, sino como **método de relleno** de pequeños defectos o cavidades. Las principales características de este sistema de relleno son las siguientes:

- Existe aportación de calor por medio de la combustión del gas butano en combinación con el oxígeno del ambiente.
- El material de aportación (estaño-plomo) es un material blando y moldeable que tiene facilidad de adherirse sobre chapas de acero y aluminio.
- Es un proceso que requiere mayor tiempo de aplicación respecto al de las masillas.
- Posee baja resistencia mecánica y térmica.

## 2.1. Equipo y herramientas

El equipo necesario para desarrollar este sistema de aplicación se compone de los siguientes elementos:

- **Material de aportación.** Se presenta en forma de barras que están compuestas por una aleación **de estaño (75%) y plomo (25%)** y que, al calentarlas, adquieren un estado pastoso (figura 10.14). Su grado de moldeabilidad dependerá de la temperatura de calentamiento de la aleación.
- **Decapantes**. Son productos que se utilizan para eliminar el óxido de la superficie y así poder garantizar una perfecta adherencia del material de relleno (figura 10.15). Desengrasan, decapan y humectan de una sola vez y de forma rápida.
- **Soplete.** También recibe el nombre de *lamparilla de fontanero*. Con este instrumento se consiguen temperaturas entre 180 °C y 260 °C que calientan de forma más repartida la superficie a rellenar, y se consigue así fundir el material de aportación.
- **Espátula de madera**. Se utiliza para extender y moldear de forma precisa sobre la superficie a rellenar el material de aportación cuando este se encuentra en estado pastoso. De este modo, se pretende conseguir una aplicación libre de rugosidades que facilitará el lijado posterior.
- **Aceite o grasa para espátulas**. Es un producto que se presenta de forma sólida y con un punto alto de inflamación llamado **parafina**. Se aplica, una vez caliente y en estado aceitoso, a las espátulas de madera, con el objeto de protegerlas del calor y evitar la adhesión del estaño a las mismas.
- **Otros**. El equipamiento se completa con otros útiles como pueden ser estropajo de aluminio, lima de carrocero, cepillo de alambre, lijadoras y lijas de grano fino.



↑ **Figura 10.14.** Material de aportación.

↑ **Figura 10.15.** Decapante.

→

## 2.2. Normas de seguridad e higiene durante el estañado

- Se utilizarán guantes y gafas para evitar el riesgo de quemaduras.
- Durante el lijado se utilizarán mascarillas de polvo para evitar la ingestión de plomo. También se recomienda utilizar mascarillas de gas durante todo el proceso de reparación.
- Se deberán utilizar sistemas de extracción directa.

## ACTIVIDADES **RESUELTAS**

**Describe los pasos más importantes a seguir en la reparación mediante soldadura blanda de piezas de la carrocería.**

**Solución**

1. Preparación del equipo y herramientas necesarias (figura 10.16).
2. Lijado de la pintura mediante disco de *Clean n strip* o por medio de cepillo de alambre si ya se hubiera eliminado la pintura en trabajos previos (figura 10.17).
3. Limpieza con disolvente de la zona a trabajar (figura 10.18).

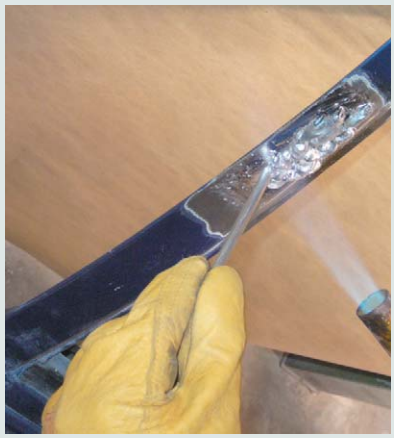
↑ **Figura 10.16.** Equipamiento necesario.

↑ **Figura 10.17.** Lijado de pintura.

↑ **Figura 10.18.** Limpieza con disolvente.

4. Aplicación de la pasta anticalórica para reducir el efecto del calor.
5. Utilizando la brocha, se aplica la pasta de estaño como base de adherencia del material de aportación (figura 10.19).
6. Calentar la pasta uniformemente utilizando un soplete de fontanero.
7. Frotar la pasta con un trapo limpio libre de fibra para dejar una fina película de estaño.
8. Con el soplete se funde la varilla de estaño en forma de pequeños aportes, y se calienta la zona para dejar una capa homogénea de relleno. Se deberá controlar el calentamiento de la chapa para no provocar deformaciones. En el caso de las aplicaciones verticales, el estaño-plomo se aportará de abajo hacia arriba para que el material solidificado sirva de soporte al material fundido (figura 10.20).
9. Impregnar la espátula de madera de parafina.

↑ **Figura 10.19.** Aplicación de pasta de adherencia.



↑ **Figura 10.20.** Fundido de material con soplete.

↑ **Figura 10.21.** Impregnación de parafina.

10. Utilizando la paleta de madera se moldea y se da forma a la pasta adaptándola a toda la superficie (figura 10.22).
11. Una vez solidificada la pasta, y mediante lima de carrocero, se efectúa un lijado previo para eliminar el material sobrante y poder comprobar posibles defectos, que se corregirán con una nueva aplicación de material de aportación (figura 10.23).
12. Finalmente, se lija con lijadora rotorbital y lija de grano P 100 para mejorar el acabado de la reparación (figura 10.24).

↑ **Figura 10.22.** Moldeo con espátula de madera.

↑ **Figura 10.23.** Lijado con lima de carrocero.

↑ **Figura 10.24.** Lijado con máquina rotorbital.

## ACTIVIDADES **PROPUESTAS**

**2.** Anota cuatro partes de la carrocería en las que aplicarías soldadura blanda estaño-plomo para su reparación.

→

# ACTIVIDADES FINALES

## AMPLIACIÓN

1. ¿Qué misión cumplen las masillas de relleno?
2. ¿Cuáles son las masillas más utilizadas en la actualidad?
3. ¿Sobre qué tipos de substratos podemos aplicar las masillas?
4. ¿Qué ventajas tiene una masilla de poliéster multifuncional ligera?
5. ¿Qué características tienen las masillas aplicables con pistola?
6. ¿Qué métodos de aplicación de masillas existen?
7. ¿Qué ocurre cuando aplicamos catalizador por defecto y por exceso?
8. ¿Qué es la vida útil de la mezcla?
9. ¿En qué consiste el matizado?
10. ¿Cuáles son las causas más probables cuando existe cuarteamiento de la masilla?
11. ¿Cuáles son las características principales de la soldadura blanda?
12. ¿Qué misión cumple la espátula de madera durante el proceso de soldadura de estaño-plomo?
13. ¿Cuáles son las normas de seguridad e higiene más importantes a tener en cuenta durante el proceso de soldadura blanda?

## DE TALLER

1. Identifica los diferentes tipos de masillas que existen en el taller.
2. Realiza sucesivas mezclas de masilla y catalizador.
3. Identifica y prepara el equipamiento necesario para llevar a cabo una reparación mediante soldadura blanda.

# PARA **PRACTICAR**

## Reparación con material de relleno

### HERRAMIENTAS

- Masilla
- Lijadora
- Trapo atrapapolvo
- Lijas
- Disolvente

### MATERIAL

- Panel

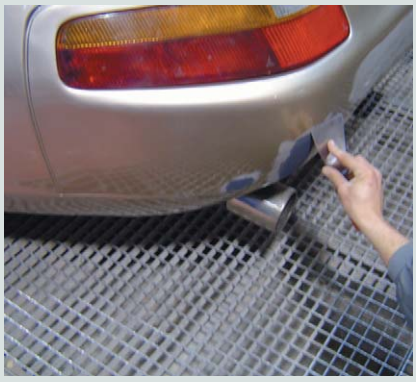
### OBJETIVO

Reparar un panel dañado con masilla de poliéster.

### DESARROLLO

1. Se desengrasa con disolvente de limpieza.
2. Se lija el área dañada con papel de lija seco P 80 con máquina orbital aspirante.
3. Se lijan los bordes del área afectada con papel de lija seco P 150 con máquina orbital aspirante.
4. Se lija el resto del panel:
   - Si se va a aparejar toda la superficie, se utiliza papel de lija seco P 400 en seco, con máquina orbital aspirante.
   - Si se está realizando la reparación de un punto, utilizar papel de lija seco P 400 con máquina orbital aspirante o papel de lija húmedo P 800 con el uso de un taco. Se acaba a mano en los dos casos con papel de lija húmedo P 1.000.
5. Se sopla, se desengrasa con disolvente y se pasa un trapo atrapapolvo.
6. Se aplica masilla de poliéster multifuncional al área dañada y sobrepasando toda la zona lijada con P 80.
7. Se lija la masilla aplicada con papel de lija seco P 80 con máquina orbital aspirante (plato grande) y después con P 150 con máquina orbital aspirante.
8. Se sopla y se pasa un trapo atrapapolvo.
9. Si es preciso, se vuelve a aplicar masilla multifuncional para cubrir cualquier imperfección menor sobrepasando la zona lijada con P 150. Se deja secar.
10. Se lija la masilla anteriormente aplicada con papel de lija seco P 150 con máquina orbital aspirante sin apretar.
11. Se sopla y se pasa un trapo atrapapolvo.
12. La zona queda preparada para aplicar el aparejo correspondiente.

↑ Lijado de la pieza.



↑ Aplicación de masilla.

↑ Aplicación de aparejo.

→

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

**1** ¿Cuál es la proporción de mezcla en peso de catalizador utilizada más frecuentemente?

a) 2-3%.

b) 1-2%.

c) 1-4%.

d) 2-3%.

**2** ¿En qué tipos de plásticos es necesario matizar la superficie, limpiar y aplicar el transmisor de adherencia antes de aplicar la masilla?

a) ABS.

b) PP y PA.

c) EPDM.

d) PE, PP y PTFE.

**3** ¿Cómo se denomina el defecto ocurrido cuando se aplica catalizador en exceso?

a) Rechupado.

b) Sangrado.

c) Recocido.

d) Blanqueado.

**4** A la hora de rellenar una cavidad bastante visible se recomienda aplicar masilla:

a) En una sola capa de gran espesor.

b) En varias capas de poco espesor respetando los tiempos de secado.

c) En una sola capa de poco espesor.

d) Ninguna de las anteriores.

**5** ¿Qué tiempo de vida útil se estima para la mezcla de masilla y catalizador?

a) De 2 a 3 minutos.

b) De 5 a 10 minutos.

c) De 7 a 8 minutos.

d) De 4 a 5 minutos.

**6** ¿Qué márgen de tiempo es el más adecuado para el secado o curado de una masilla?

a) De 20-25 minutos a 20 °C.

b) De 25-30 minutos a 25 °C.

c) De 20-25 minutos a 30 °C.

d) Ninguna de las anteriores.

**7** ¿Qué tipo de problema puede aparecer cuando se realiza la mezcla de masilla y endurecedor con agitación?

a) Aparición de poros.

b) Contorno visible de la reparación.

c) Cuarteamiento de la masilla.

d) Defectos visibles del lijado después del pintado.

**8** La aleación más común que presentan las barras de estaño-plomo es de:

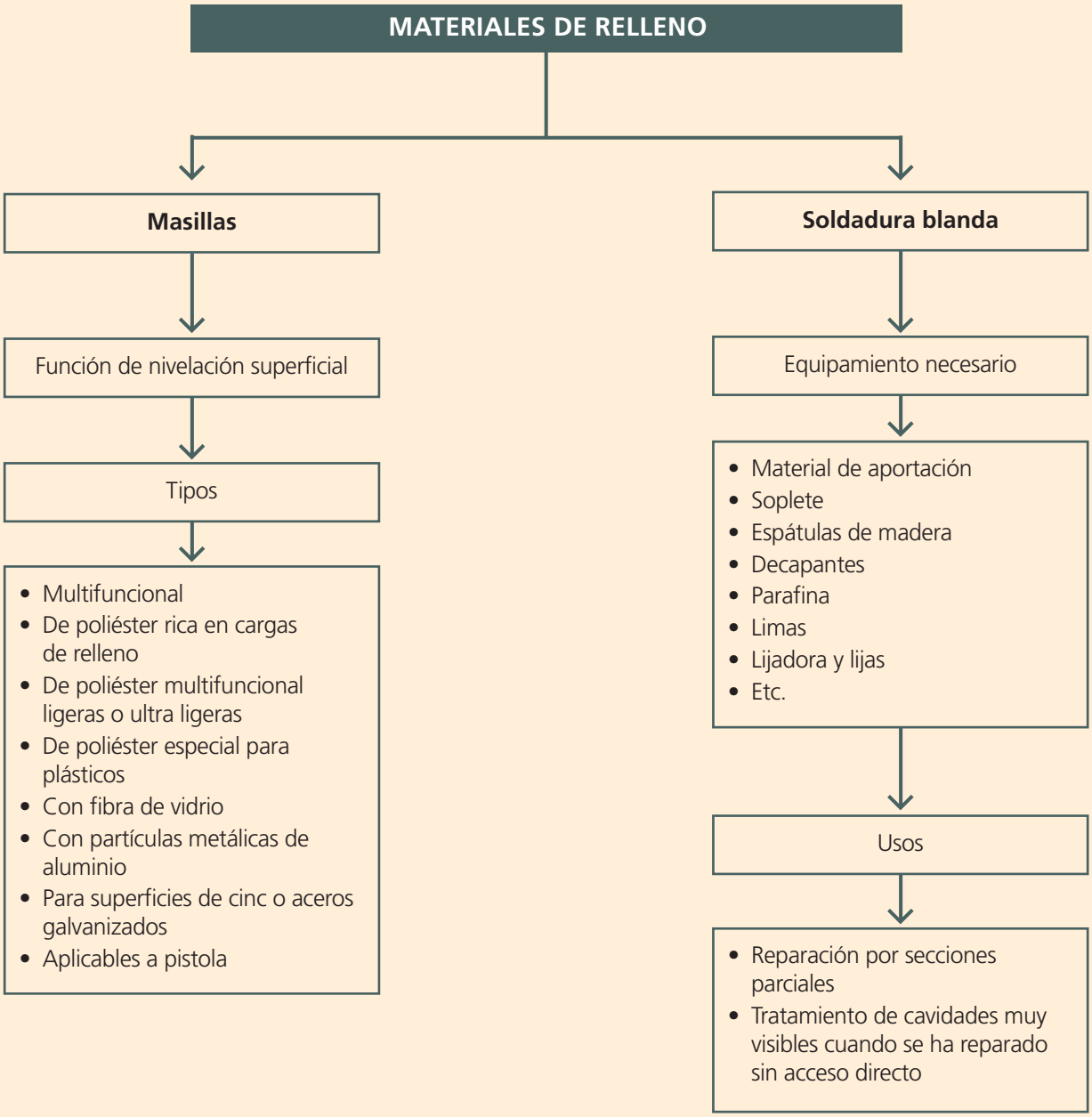
a) 66% estaño – 34% plomo.

b) 80% estaño – 20% plomo.

c) 75% estaño – 25% plomo.

d) 70% estaño – 30% plomo.

# EN **RESUMEN**




# **AMPLÍA** CON...

- *Manual de la carrocería. Reparación*. CESVIMAP.
- *Soldadura blanda estaño-plomo.* Centro de experimentación y seguridad vial MAPFRE. Junio 2002.
- *Soldadura blanda estaño-plomo.* CESVIMAP.

- www.wurth.es
- www.loctite.es
- www.3m.com

→

MUNDO DEL AUTOMÓVIL

Recientemente están apareciendo en el mercado nuevos tipos de masillas que intentan facilitar el trabajo del operario cumpliendo principalmente dos objetivos: la reducción de los tiempos de reparación y la mejora de la calidad de acabado.

# Prueba de la masilla de poliéster «Futura» Roberlo

## Descripción del producto

La masilla FUTURA es una masilla de poliéster multifuncional. La característica que más llama la atención es su baja densidad, 0,75 kg/cm$^3$, que resulta muy diferente al del resto de las masillas, cuyas densidades son del orden de 1,30 g/cm$^3$ en el caso de las masillas más ligeras hasta los 2 g/cm$^3$ que pueden llegar a tener las masillas convencionales. Por esto ROBERLO denomina a esta nueva masilla como ULTRALIGERA UNIVERSAL.

Esta cualidad se traduce, a la hora del lijado, en una mayor facilidad, alcanzándose tiempos de lijado notablemente inferiores a los obtenidos con una masilla convencional, incluso utilizando lijas de granos más finos. Se consigue además un importante ahorro en abrasivos, ya que el grado de embazamiento de las lijas es menor, y por tanto se alarga su duración.

Por otro lado, con una masilla convencional el proceso de lijado suele empezarse con lijas P 80 o P 100, para continuar con P 150, y finalizar el lijado con granos P 240. Con la masilla FUTURA de ROBERLO, este proceso puede iniciarse directamente con lijas de grano P 150, e incluso con P 180 en pequeñas extensiones, para seguidamente acabar con el P 240. De esta forma se consigue, además de un ahorro de tiempo, una mayor seguridad en la calidad del acabado final, ya que la utilización de abrasivos más finos (en ningún momento se usan lijas más bastas que las de grano P 150) ayuda a evitar la aparición de marcas de lijado en la zona reparada.

Otra importante propiedad de esta masilla es su gran elasticidad, lo que le proporciona una mayor resistencia al impacto que la de las masillas de poliéster convencionales, además de poderse aplicar sobre materiales plásticos flexibles.

## Pruebas realizadas en Centro Zaragoza

La pruebas realizadas en CENTRO ZARAGOZA con la masilla FUTURA de ROBERLO nos han permitido corroborar todas las propiedades descritas para esta masilla. En todos los casos se han conseguido tiempos de lijado menores y se han consumido un menor número de lijas, obteniendo un buen acabado tras la aplicación del aparejo.

Es importante destacar que, para la preparación de esta masilla, el catalizador se añade en una proporción del 4% en peso. Dado que el peso específico de esta masilla es aproximadamente la mitad que el de las convencionales, y que la proporción en peso del catalizador que se añade a estas masillas es del 2%, resulta que la cantidad de catalizador que debe añadirse por volumen de masilla es la misma, ya sea para la masilla FUTURA o para una convencional.

*Revista Ténica Centro Zaragoza*
Junio de 2002

# Cirugía estética sobre cuatro ruedas

La tecnología y la innovación son las herramientas para recuperar la chapa del vehículo después de cualquier siniestro.

Las empresas dedicadas a la fabricación de vehículos a motor invierten al año un enorme gasto en innovación y desarrollo, un porcentaje que se sitúa en torno al 10% del total de I + D en España, según datos del Instituto Nacional de Estadística. Sin embargo, a día de hoy no existe la chapa indeformable, la pintura que no se raye o la aleta que no se tuerza. Aún así en el pabellón número 4 del Recinto Ferial Juan Carlos I se dan cita numerosas empresas del sector de la chapa y la pintura para presentar las últimas novedades, cada vez más ecológicas e innovadoras.

Cuando se produce un siniestro, es necesario reparar la carrocería del vehículo en tres fases: una primera de rehabilitación y modificación de la chapa, una intermedia de reparación de la misma y una final de pintado para dejarlo como nuevo.

Miarco es una firma valenciana dedicada a la comercialización y distribución de productos de reparación para el automóvil. Su producto más novedoso es la cinta autoadhesiva de enmascarar, para proteger aquellas zonas del coche que no se quieren pintar; es resistente hasta 100 grados de temperatura, siendo 80 grados la estándar. Resulta, por tanto, recomendable para trabajos específicos que requieran una enorme profesionalidad.

En su stand se muestran estos días diversos productos reparadores de ultima generación tales como la nueva gama de **masillas universales** que, como explica José Luis herranz, Jefe de Ventas de la División de Pintura, ***se adhieren sobre cualquier aleación de metal, ya que en estos momentos hay chapas fabricadas en muchos otros materiales más allá del acero.***

En el mismo pabellón número 4 destacan por su enorme tamaño varias cabinas de pintura de diferentes empresas españolas y extranjeras. Lo cierto es que las empresas nacionales del sector tienen un reconocido prestigio internacional. Usitalia es una de las firmas que fabrica, distribuye e instala maquinaria para rehabilitación de automóviles y cabinas de pintura. Los vehículos entran desnudos en ellas, bien en el proceso de fabricación del automóvil, bien en momento de su reparación, y deben salir de la cabina listos para hacer kilómetros y enamorar a la vista.

*El mundo. Ferias del siglo xxi.* Motortec
Mayo de 2005

# A FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES DE EQUIPOS Y PRODUCTOS DE REPARACIÓN DE CARROCERÍAS

# anexo

# A FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES DE EQUIPOS

| PRODUCTO | | DESCRIPCIÓN | DISTRIBUIDOR |
|---|---|---|---|
| Reparación de plásticos | Soldadura | Soplete de aire caliente "HLG2000 LE" | WÜRTH |
| | | Varillas de aportación para soldadura | WÜRTH |
| | | Equipo para reparación de plásticos y tapicerías. | BLINKER |
| | | Soplete de aire caliente LEISTER GHG 650 LCE | ROBERT BOSCH ESPAÑA S.A. |
| | Adhesivos | Resina epoxi reparaplásticos "5900" | 3M |
| | | Resina epoxi"08122" | 3M |
| | | Adhesivo dos componentes "TEROKAL 2K PUR 9225" | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | | Adhesivo dos componentes "TEROMIX 6700" | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | | Adhesivo HENDÉROSLO "08090" | 3M |
| | | Spray adhesivo TEROSON | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | | Adhesivo dos componentes POXISTAN | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | | Adhesivo universal CHEMICAL-METAL | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | | REPLAST | WÜRTH |
| | | Adhesivo estructural 2K 893450 | WÜRTH |
| | | Adhesivo para plásticos 08933014 | WÜRTH |
| | | Adhesivo de cianocrilato elastofix | WÜRTH |
| | | Adhesivos a base de poliuretano MIX 04597-MIX 045122 | BLINKER |
| | | Poliuretano expandido 04543 | BLINKER |
| | | Adhesivo para emblemas PRESS-IN-PLACE y A-25 | 3M |
| | | Adhesivo de cianocrilato "Ciano Blin" | BLINKER |
| | | Adhesivo para pegar y sellar | WÜRTH |
| Anticorrosivos | | Antigravilla terotex super 300 TEROSON | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | | Protección de bajos TEROTEX RECORD TEROSON | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | | Cera de cavidades TEROTEX HV 200 TEROSON | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | | Revestimiento antigravilla 08964 | 3M |
| | | Revestimiento antigravilla 08800 | 3M |
| | | Protector SKS antigravilla | WÜRTH |
| | | Protector de bajos | WÜRTH |
| | | Cera de cavidades | WÜRTH |
| | | Revestimiento antigravilla 08879 | 3M |
| | | Cera de cavidades 08919 | 3M |
| | | Cera de cavidades en spray | 3M |

# Y PRODUCTOS DE REPARACIÓN DE CARROCERÍAS

| PRODUCTO | DESCRIPCIÓN | DISTRIBUIDOR |
|---|---|---|
| **Anticorrosivos** | Antigravilla 08875 | 3M |
| | Antigravilla de bajos 08860 | 3M |
| | Masilla selladora TEROSON | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | Masilla selladora 08625 | 3M |
| | Spray de zinc 08137 | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | Masilla de poliuretano BLINKER P+S | BLINKER |
| | Adhesivo sellador de la carrocería de isocianatos TEROSTAT 9120 | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | Cordón sellador de butilo | WÜRTH |
| | Revestimiento antigravilla LOCTITE | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | Cordón autoadhesivo para el sellado de puertas, capós, portones MAGIG-60M | SPANESI |
| | Cinta selladora de puertas, capós y portones 08475 | 3M |
| **Equipos aplicación anticorrosivos** | Pistola de aplicación TELESKOP MULTI-PRESS | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | Pistola de aplicación TELESKOP-MULTI-PRESS II | LOCTITE ESPAÑA (TEROSON) |
| | Pistola de aplicación 08993 | 3M |
| | Pistola de aplicación de revestimientos 08994 | 3M |
| | Pistola de aplicación de revestimientos U.B.S. | WÜRTH |
| | Pistola de extrusión manual HANDY MAX | WÜRTH |
| **Equipamiento diverso** | Brazo aéreo SPANESI | SPANESI |
| | Pistola de extrusión MK 5 BAC | 3M |
| | Masa magnética | WÜRTH |
| | Pistola de extrusión manual HANDIY MAX | WÜRTH |
| | Área específica para la reparación de aluminio | SPANESI |
| | Manta ignífuga | 3M |
| | Soldadura MIG-MAG | SPANESI |
| | Soldadura MIG/MAG. MIG 265 Sinergica | WÜRTH |
| **Equipos de desabollado** | Equipo para el desabollado “airpuller AP-95” | WÜRTH |
| | Sistema de reparación de golpes mediante tracción PULL BOND SYSTEM | WÜRTH |
| | Martillo de inercia de 4 Kg | WÜRTH |
| | MINILIFTER | WÜRTH |
| | Equipo para el desabollado en aluminio | SPANESI |

→

**Edición:** Johana Peris

**Diseño de cubierta:** Estudio Gráfico Juan de la Mata

**Fotocomposición, maquetación y realización de gráficos:** J.B. Estudio Gráfico y Editorial, S. L.

**Fotografías:** 3M, Age fotostock, Audi, autores, Autotrak, S. L. Mercedes Benz Ciudad Real, BMW, Departamento de Automoción y Talleres del Centro de Formación Profesional «Efa Moratalaz» de Manzanares (Ciudad Real), Esteban José Domínguez, Frendi, Grupo Fiat, Henkel, Julián Ferrer, km77.com, Miracle System, Opel Araguás, S. L., Porsche Ibérica, S. A., Prevost, Revistas Técnicas Centro Zaragoza, Talleres Castillo, S. L., Talleres Opel Futurcar de Manzanares, Toyota Gamboa, S. A., Rogen Yaim, Spanesi, Víctor García, Wurth y archivo Editex

**Dibujos:** J.B. Estudio Gráfico y Editorial, S. L.

**Producción editorial:** Francisco Antón

**Editorial Editex, S. A.** ha puesto todos los medios a su alcance para reconocer en citas y referencias los eventuales derechos de terceros y cumplir todos los requisitos establecidos por la Ley de Propiedad Intelectual. Por las posibles omisiones o errores, se excusa anticipadamente y está dispuesta a introducir las correcciones precisas en posteriores ediciones o reimpresiones de esta obra.

**Agradecimientos:** José María Chacón, profesores del Departamento de Automoción y alumnos de «Efa Moratalaz», Lorenzo Atanasio, Cipriano López, Pedro Antonio Callejas y Eva Rodríguez

El presente material didáctico ha sido creado por iniciativa y bajo la coordinación de **Editorial Editex, S. A.**, conforme a su propio proyecto editorial.

© Enrique Sánchez Fernández

**© Editorial Editex, S. A.**

Vía Dos Castillas, 33. C.E. Ática 7, edificio 3, planta 3ª, oficina B
28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid)
ISBN: 84-9771-406-7
ISBN eBook: 978-84-9771-943-8
Depósito Legal: M-2042-2006
Imprime: Melsa
Ctra. Fuenlabrada-Pinto, km 21,800
28320 Pinto (Madrid)
Impreso en España - Printed in Spain

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs. del Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (www.cedro.org) vela por el respeto de los citados derechos.

GM

Mantenimiento de vehículos autopropulsados

EDITEX

elementos metálicos y sintéticos

ISBN 978-84-9771-943-8